

# Notas Agrícolas Pampeanas

ISSN (Online) 2718- 6369

Nº 3- abril de 2021

El contenido de este Boletín puede ser utilizado,  
haciendo mención explícita de la fuente

Secretaría de Investigación, Extensión y Posgrado-Facultad de Agronomía-UNLPam  
Ruta Nac. 35 Km 334- cc 330- Santa Rosa- La Pampa



## INDICE

Editorial .....	3
Precipitaciones y temperaturas mensuales del 2020 en el este de La Pampa.....	4
Efectos manejo de cultivos de cobertura sobre la dinámica hídrica en secuencia con maíz tardío .....	6
Flora de malezas en el área agrícola de La Pampa .....	11
Sensibilidad diferencial de cultivares de avena a residuos de herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS .....	16
Trigo HB4: realidades y desafíos para la región semiárida pampeana .....	21
Estimulantes y microorganismos mejoradores del crecimiento aplicados en tratamientos de semillas de trigo .....	25
El tratamiento de semillas con <i>Azospirillum brasilense</i> aumenta el rendimiento en grano del trigo .....	28
Calidad de granos de trigo en relación con densidades de siembra y ciclos de crecimiento del cultivo en la región semiárida pampeana .....	30
Respuesta en rendimiento a dosis de nitrógeno y aplicación de fungicida en variedades de trigo comerciales .....	33
El nitrógeno y se relaciona estrechamente con la producción de trigo en la región pampeana.....	37
Claves para la toma de muestras de suelos para el análisis de N-Nitratos.....	39
Panorama actual y recomendaciones para la producción de cebada cervecera.....	42
Evaluación de producción de variedades de arveja en la región semiárida pampeana.....	45
Resultados de la red nacional de cultivares de arveja – Campaña 2020/2021 .....	48
Producción de garbanzo en la región semiárida pampeana.....	49
Miguel Angel “Kata” Fernandez.....	56

### **Editores responsables:**

Martín Díaz-Zorita - [mdzorita@agro.unlpam.edu.ar](mailto:mdzorita@agro.unlpam.edu.ar) - y Osvaldo Zingaretti – [zingaretti@agro.unlpam.edu.ar](mailto:zingaretti@agro.unlpam.edu.ar) - (profesores de Cereales y Oleaginosas de la Facultad de Agronomía, UNLPam).

### **Colaboradores permanentes:**

Alexandra Dillchneider, Carolina Gaggioli, Nuria Vanina Kuhn (asistentes en Cereales y Oleaginosas de la Facultad de Agronomía, UNLPam).

**Notas Agrícolas Pampeanas:** Publicación semestral, con artículos revisión editorial coordinada por los responsables de la publicación y los colaboradores permanentes, para la difusión de información y de comentarios académicos de soporte en la toma de decisiones para el manejo extensivo de cultivos anuales de cosecha en la región semiárida pampeana. Los contenidos, sus interpretaciones y las recomendaciones derivadas de los mismos se expresan bajo responsabilidad del autor(es) y no constituyen de manera alguna la posición oficial de la UNLPam ni de su Facultad de Agronomía o la de los editores responsables de la publicación.

## Editorial

La producción de cultivos de invierno es uno de los pilares que sostienen los planteos agropecuarios en gran parte de la región subhúmeda seca pampeana, por lo que es muy importante la continua actualización y discusión sobre sus desafíos, oportunidades y resultados, para aplicar diversas decisiones de manejo. En este contexto, hace un año iniciamos esta publicación coordinada desde la cátedra de cereales y oleaginosas en el área de producción vegetal de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. En un año particular, en relación con limitaciones y oportunidades, ligadas al contexto de la pandemia por Covid, la experimentación en agricultura – entre otras temáticas – se mantuvo activa y aportó resultados y discusiones de utilidad para perfeccionar la toma de decisiones de manejo de los cultivos.

En este número de **Notas Agrícolas Pampeanas** incluimos el resumen mensual de las características agrometeorológicas del año 2020 y su comparación con registros históricos en el departamento Capital de la provincia de La Pampa. El manejo eficiente de los cultivos requiere caracterizar los sitios de producción, entre los que se encuentra el reconocimiento de las especies de malezas y de su manejo. Se presenta el resultado de un estudio de revisión sobre las poblaciones de malezas predominantes, según antecedentes de manejo de cultivos en la provincia de La Pampa y, asimismo, se discuten algunos de los efectos del manejo de herbicidas residuales sobre el crecimiento de avena.

La definición del rendimiento y la calidad de los granos producidos de trigo contempla la elección de genotipos, fechas y densidad de siembra. En esta publicación se analiza, en base a la información pública disponible, la potencial contribución del trigo HB4, con transformaciones genéticas para mejorar la tolerancia del cultivo ante condiciones de estrés hídrico, y los efectos de cambios en la densidad de siembra en interacción con genotipos de diferente ciclo de crecimiento.

Dado el creciente interés, junto con la disponibilidad de productos comerciales y en experimentación de mejoradores biológicos y estimulantes, se presentan resultados de ensayos del año 2020 de productos aplicados en tratamientos de semillas y sus efectos sobre la producción y calidad del trigo. Desarrollamos un análisis comparativo entre ambos factores de manejo realizado bajo condiciones extensivas de producción, donde se identifican contribuciones diferenciales en la formación del rendimiento. Resultados de un estudio integral de la producción y contenidos de proteínas en los granos, realizado en toda el área triguera argentina, validan la importancia de la adecuada disponibilidad de nitrógeno para alcanzar altos rendimientos y calidad de los granos. Estudios en la región validan esta contribución y la analizan en interacción con decisiones de elección de genotipos y de protección con fungicidas foliares. Además, dada la variabilidad de resultados en los análisis de nitratos en los suelos se incluye un artículo específico para mejorar la toma de muestras de suelos.

Diversidad de cultivos, sumado a la productividad, hacen al desarrollo de planteos sustentables de producción. Presentamos artículos describiendo los efectos de decisiones de manejo de cultivos invernales de servicio, sobre las condiciones de siembra de especies de verano en rotación. La producción de cebada cervecera es también una oportunidad de diversificación en la región que para su manejo requiere contemplar su propósito industrial que se describen y discuten en un artículo disponible en esta publicación. Además, se presentan análisis sobre la factibilidad de producir garbanzos en la región subhúmeda seca pampeana, de resultados de rendimientos de materiales de arveja desarrollados en el centro de esta región.

Desde el inicio de esta publicación, el objetivo ha sido generar un ámbito de discusión y un canal de difusión de información de valor para el manejo de cultivos de la región. Esto ha sido posible gracias a los aportes individuales y colectivos de profesionales de la agronomía, a quienes agradecemos su interés y la desinteresada colaboración de sus contribuciones permanentes. Sigue siendo nuestro propósito acercar estos resultados, observaciones y opiniones a los lectores, tal de contribuir a la mejora continua en la implementación y sustentabilidad de modelos de producción con cultivos anuales en el área central de la región pampeana.

Santa Rosa (LP), abril del 2021.-

**Ing. Agr. Osvaldo Zingaretti**

**Ing. Agr. Martín Díaz-Zorita**

Docentes en la cátedra de Cereales y Oleaginosas  
Facultad de Agronomía (UNLPam)



## Precipitaciones y temperaturas mensuales del 2020 en el este de La Pampa

M. Mendez<sup>1,2\*</sup>, S. Bongianino<sup>1</sup>, G. Vergara<sup>3</sup> y G. Casagrande<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía (UNLPam), <sup>2</sup>INCITAP, <sup>3</sup>Independientes

\*[marianomendez@hotmail.com](mailto:marianomendez@hotmail.com)

Precipitaciones (mm)

Localidad: Santa Rosa (LP)

Fuente: Estación agrometeorológica Facultad de Agronomía de la UNLPam

Mes	2020	Históricas	Dif	Acum.2020	Acum.Hist.	Días con lluvias	Max. Diaria
Enero	106,2	79,9	26,3	106,2	79,9	8	39,0
Febrero	56,1	75,0	-18,9	162,3	154,9	7	27,5
Marzo	141,7	93,2	48,5	304,0	248,1	10	79,5
Abril	107,6	53,6	54,0	411,6	301,7	4	64,5
Mayo	0,0	21,7	-21,7	411,6	323,4	4	6,5
Junio	9,9	15,4	-5,5	421,5	338,8	4	6,5
Julio	43,5	16,9	26,6	465,0	355,7	5	22,0
Agosto	3,1	25,7	-22,6	468,1	381,4	2	1,6
Septiembre	111,6	43,3	68,3	579,7	424,7	4	44,0
Octubre	16,6	76,6	-60,0	596,3	501,3	3	9,5
Noviembre	67,6	88,4	-20,8	663,9	589,7	9	21,8
Diciembre	74,0	93,0	-19,0	737,9	682,7	5	57,7

Precipitaciones (mm)

Localidad: Anguil (LP)

Fuente: Estación agrometeorológica EEA INTA Anguil

Mes	2020	Históricas	Dif	Acum.2020	Acum.Hist.	Días con lluvias	Max.Diaria
Enero	92,6	93,4	-0,8	92,6	93,4	8	35,5
Febrero	76,4	78,6	-2,2	169,0	172,0	7	51,0
Marzo	132,7	106,2	26,5	301,7	278,2	13	50,3
Abril	81,9	57,6	24,3	383,6	335,8	8	40,3
Mayo	0,6	29,4	-28,8	384,2	365,2	2	0,3
Junio	9,4	18,3	-8,9	393,6	383,5	5	4,5
Julio	25,5	17,4	8,1	419,1	400,9	7	13,8
Agosto	1,5	26,5	-25,0	420,6	427,4	1	1,5
Septiembre	123,5	46	77,5	544,1	473,4	1	1,6
Octubre	20,7	75,4	-54,7	564,8	548,8	6	8,0
Noviembre	32,6	87,1	-54,5	597,4	635,9	9	15,5
Diciembre	34,0	97,1	-63,1	631,4	733,0	8	13,3

Donde: **histórica**, es la precipitación promedio para el periodo 1977-2017, **dif**: es la diferencia entre e la precipitación del año 2020 y la precipitación histórica y **Max. Diaria**, es la precipitación del día con mayor precipitación del mes en cuestión

**Temperatura del aire en abrigo meteorológico a 1,5 m (°C)****Localidad: Santa Rosa (LP)**

Fuente: Estación agrometeorológica Facultad de Agronomía de la UNLPam

Mes	Media			Máxima							Mínima						
	2020	Hist	Dif	Media	Hist	Dif	Abs.	Hist. Med	Hist Abs	Dif Me	2020	Hist	Dif	Abs	Hist Med	Hist Abs	Dif Me
Enero	23,5	23,3	0,2	31,1	30,2	0,9	37,3	37,2	41,4	0,1	15,9	15,6	0,3	9,0	8,0	1,3	1,0
Febrero	22,0	22,0	0,0	29,5	29,2	0,3	36,4	36,5	39,7	-0,1	14,5	14,1	0,4	6,5	6,6	2,6	-0,1
Marzo	22,0	19,6	2,4	28,3	26,1	2,2	37,5	33,9	38,7	3,6	15,6	12,6	3,0	7,5	4,4	-0,6	3,1
Abril	15,9	15,4	0,5	22,4	21,8	0,6	28,5	29,7	35,6	-1,2	9,4	8,7	0,7	0,0	0,2	-7,8	-0,2
Mayo	12,2	11,5	0,7	18,9	17,5	1,4	27,8	25,2	31,1	2,6	5,5	5,2	0,3	-1,7	-2,9	-9,7	1,2
Junio	8,6	8,2	0,4	14,7	14,3	0,4	22,2	21,0	24,7	1,2	2,5	2,1	0,4	-2,6	-5,5	-9,7	2,9
Julio	7,2	7,8	-0,6	12,8	13,9	-1,1	18,6	21,7	27,0	-3,1	1,7	1,5	0,2	-6,5	-6,1	-11,3	-0,4
Agosto	9,8	9,8	0,0	17,8	16,6	1,2	21,6	25,8	33,6	-4,2	1,9	2,7	-0,8	-7,4	-4,7	-11,6	-2,7
Septiembre	12,9	12,4	0,5	20,2	19,2	1,0	28,6	28,1	35,3	0,5	5,5	5,0	0,5	-0,9	-3,0	-8,0	2,1
Octubre	15,2	15,9	-0,7	22,3	22,3	0,0	34,0	30,9	36,2	3,1	8,1	8,7	-0,6	-1,0	1,2	-2,6	-2,2
Noviembre	21,1	19,2	1,9	28,9	26,0	2,9	36,2	34,1	38,9	2,1	13,3	11,5	1,8	8,1	3,4	-2,0	4,7
Diciembre	23,1	22,1	1,0	32,0	29,1	2,9	40,5	36,2	41,2	4,3	14,3	14,5	-0,2	5,9	6,4	2,0	-0,5

**Temperatura del aire en abrigo meteorológico a 1,5 m (°C)****Localidad: Anguil (LP)**

Fuente: Estación agrometeorológica EEA INTA Anguil

Mes	Media			Máxima							Mínima						
	2020	Hist	Dif	2020	Hist	Dif	Abs	Hist Med	Hist Abs	Dif Me	2020	Hist	Dif	Abs	Hist Med	Hist Abs	Dif Me
Enero	23,8	22,9	0,9	31,9	30,4	1,5	37,3	36,9	41,5	0,4	15,7	15,1	0,6	6,7	6,9	1,5	-0,2
Febrero	22,0	21,8	0,2	30,0	29,2	0,8	37,2	35,9	39,6	1,3	13,9	13,9	0,0	4,6	5,8	1,5	-1,2
Marzo	22,1	19,5	2,6	28,8	26,6	2,2	36,3	34,0	37,8	2,3	15,3	12,2	3,1	6,1	3,6	-2,0	2,5
Abril	16,3	15,2	1,1	23,1	22,7	0,4	28,3	30,1	35,5	-1,8	9,4	7,9	1,5	-0,5	-0,8	-9,1	0,3
Mayo	12,2	11,1	1,1	19,7	18,0	1,7	29,3	25,6	30,8	3,7	4,6	4,4	0,2	-3,9	-4,2	-10,5	0,3
Junio	8,2	7,9	-0,3	15,3	14,7	0,6	22,4	21,1	24,9	1,3	1,2	1,4	-0,2	-5,1	-6,3	-11,1	1,2
Julio	7,1	7,3	-0,2	13,4	14,4	-1,0	20,0	22,2	27,3	-2,2	0,9	0,4	0,5	-7,8	-7,5	-13,2	-0,3
Agosto	9,7	9,4	0,3	19,0	17,2	1,8	23,9	26,0	32,6	-2,1	0,5	1,6	-1,1	-9,6	-6,7	-11,2	-2,9
Septiembre	12,8	12,2	0,6	21,0	19,8	1,2	30,8	28,4	34,0	2,4	4,6	4,2	0,4	-4,0	-4,4	-10,5	0,4
Octubre	15,4	15,6	-0,2	23,1	22,9	0,2	35,3	31,1	36,6	4,2	7,7	7,9	-0,2	0,1	0,2	-4,8	-0,1
Noviembre	21,2	18,8	2,4	29,9	26,3	3,6	36,7	34,0	38,0	2,7	12,5	10,8	1,7	5,2	2,4	-2,9	2,8
Diciembre	23,2	21,8	1,4	32,8	29,4	3,4	40,7	35,8	41,2	4,9	13,6	13,9	-0,3	3,2	5,6	1,6	-2,4

Dónde: **histórica**, es la temperatura media mensual promedio para el periodo 1977-2017, **dif**: es la diferencia entre la temperatura media mensual del año 2020 y la temperatura media mensual promedio (histórica); **Abs**: es la temperatura más alta de todas las máximas del mes o la temperatura más baja de todas las mínimas del mes según corresponda; **Hist. Med.**, es la temperatura promedio de las máximas o mínimas mensuales, según corresponda, para el periodo 1977-2017; **Hist. Abs.**, es la temperatura máxima más alta o la mínima más baja ocurrida en todo el periodo 1977-2017. **Dif. Me.**, es la diferencia entre la Abs. (máxima o mínima según corresponda) y la Hist. Med.

La **temperatura media diaria** corresponde al promedio de la temperatura máxima y la temperatura mínima obtenida de termómetros.

La **temperatura mínima diaria** corresponde al período comprendido entre las 9 hs, del día de la fecha y las 9 hs, del día anterior.

La **temperatura máxima diaria** corresponde al período comprendido entre las 9 hs, del día de la fecha y las 9 hs del día siguiente.

## Efectos del manejo de cultivos de cobertura sobre la dinámica hídrica en secuencia con maíz tardío

M. Barraco<sup>1\*</sup>; C. Álvarez<sup>2</sup>; M. Rampo<sup>1</sup>; P. Girón<sup>1</sup>; W. Miranda<sup>1</sup>; H. M. Lobos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA General Villegas; <sup>2</sup> AER INTA General Pico; <sup>3</sup> Becario Doctoral INTA-CONICET

\* [barraco.miriam@inta.gob.ar](mailto:barraco.miriam@inta.gob.ar)

En la región de la pampa arenosa en la última década se incrementó significativamente la superficie implantada con maíz tardío, dado entre otros factores, a su mayor estabilidad y productividad en ambientes de menor aptitud. Generalmente el cultivo se implanta sobre lotes de soja que permanecen en barbecho 7 a 8 meses al año, quedando el suelo expuesto a la erosión, lavado de nutrientes, y desaprovechando generalmente el aporte del agua de lluvia de este período. Los cultivos de cobertura (CC) son cada vez más utilizados en estas secuencias, los cuales, requieren del ajuste de algunas prácticas como la selección de la especie, su nutrición y momento de secado para no afectar la disponibilidad hídrica y de nutrientes (principalmente nitrógeno) al cultivo siguiente.

Existen antecedentes que muestran que el número de días de crecimiento de los CC determina la producción de biomasa y el agua consumida, pero son escasos los estudios que integren el efecto del manejo de los CC en combinación con la fecha de secado sobre la dinámica hídrica. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes tratamientos de CC (definidos por la especie de CC y/o nutrición) sobre la producción de biomasa y dinámica de agua para tres momentos de secado.

### Metodología

Los ensayos se desarrollaron durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021 en la EEA INTA General Villegas, (Bs As) sobre suelos Hapludoles Típicos, con antecesores soja de primera. Se estudiaron dos factores de manejo:

- 1) **Cultivo de cobertura (especie y manejo de la nutrición)** con 6 tratamientos: i) *Vicia villosa* inoculada o "Vicia", ii) *Vicia villosa* inoculada y fertilizada con 20 kg P/ha o "Vicia 20P"; iii) centeno fertilizado con 9 kg P/ha + 40 kg N/ha o "Cent 9P+40N"; iv) centeno fertilizado con 20 kg P/ha + 80 kg N/ha o "Cent 20P+80N"; v) *Vicia villosa* + centeno fertilizado con 20 kg P/ha o "Vicia+Cent 20P"; y vi) barbecho sin CC o "Testigo".
- 2) **Momento del secado** con 3 tratamientos: i) temprano (12/9/19 y 16/9/20), ii) intermedio (7/10/19 y 8/10/20) y iii) tardío (1/11/19 y 30/10/20).

El ensayo presentó un diseño en parcelas divididas con tres bloques. Sobre las parcelas principales se aleatorizaron los momentos de secado y éstas fueron divididas en seis subparcelas donde se aleatorizaron los CC. Los CC (*Vicia villosa* sp y centeno cv Don Ewall) se sembraron el 13/5/19 y 2/5/20 con un distanciamiento entre hileras de 17,5 cm. Las densidades de siembra fueron de 65 semillas/m<sup>2</sup> para las vicias, de 270 semillas/m<sup>2</sup> para los centenos y de 65 semillas/m<sup>2</sup> de vicia + 27 semillas/m<sup>2</sup> de centeno para el tratamiento Vicia+Cent 20P. Como fuente de P se utilizó superfosfato triple (0-46-0) incorporado al momento de la siembra y como fuente de N urea (46-0-0) al voleo 10 días luego de a la siembra.

Previo a la siembra se realizó un control químico de malezas con 1 l/ha de glifosato + 75 cm<sup>3</sup>/ha de carfentrazone. El quemado químico de los CC consistió en aplicaciones de glifosato en mezclas con hormonales y las dosis difirieron según el estadio fenológico de los cultivos. El 3/12/19 y 4/12/20 se sembraron los cultivos de maíz.

Al secado de los CC se determinó la biomasa aérea mediante cortes sobre una superficie de 0,50 m<sup>2</sup>. A la siembra y secado de los CC y a la siembra de maíz se determinó el contenido de humedad de los suelos por gravimetría hasta los 160 cm. Se calculó el consumo de agua o uso consuntivo (UC) de los CC [agua al secado – (agua a la siembra + precipitaciones)] y las eficiencias de uso de agua (EUA) mediante el cociente entre biomasa producida y el UC. También se calculó el costo hídrico de la inclusión de los CC como la diferencia de agua útil disponible en el suelo en los diferentes tratamientos con CC al momento de secado en relación al tratamiento testigo (sin CC).

Los resultados se analizaron mediante ANOVA usando un diseño en parcelas divididas y test de diferencias de medias de DGC ( $p < 0,05$ ). Para evaluar el efecto de la nutrición en vicias o centenos se hicieron análisis de contrastes ortogonales.

## Resultados

En el año 2019 el ensayo se instaló sobre un suelo con 58 % de arena, con una presencia de capa de tosca entre los 220 y 250 cm, y con una disponibilidad de agua (0-160 cm) de 180 mm, mientras que en el 2020 se estableció sobre un suelo con 50% de arena, con una capa de tosca entre los 190 y 220 cm y con una disponibilidad hídrica inicial de 345 mm.

En la Tabla 1 se detalla las precipitaciones mensuales durante el desarrollo de los estudios y los valores medios históricos de la región (1898-2018), observándose que las precipitaciones desde la siembra de los CC hasta la siembra de los maíces tardíos resultaron inferiores a las medias históricas.

**Tabla 1:** Precipitaciones mensuales (mm) durante el desarrollo del estudio e históricas (Hist) en Drabble (Buenos Aires).

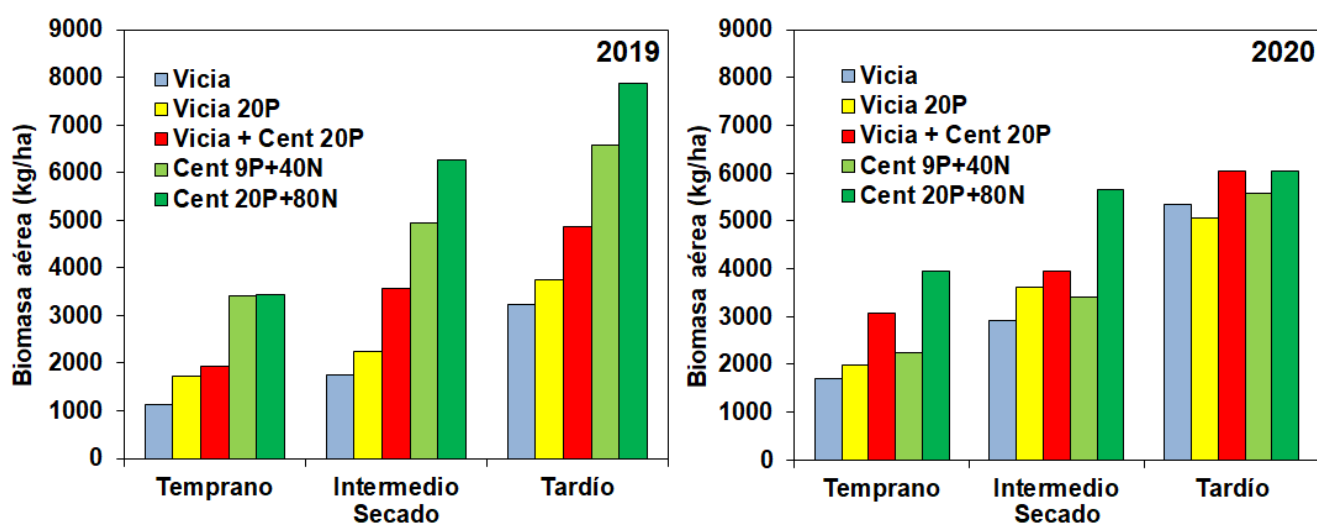
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2019	30,3	29,5	0,0	2,0	20,0	69,2	84,0	105,5
2020	4,0	0,3	1,0	0,0	56,0	41,0	41,2	31,3
Hist	39,5	24,3	21,9	22,4	46,4	90,8	94,6	99,7

## Aporte de biomasa aérea de los CC

En la medida que se atrasó el momento de secado se incrementó la producción de biomasa, con diferencias según las especies de CC consideradas (Figura 1). En la campaña 2019 la producción de biomasa aérea varió entre 1130 y 7886 kg/ha, con interacción significativa entre CC y momento de secado ( $p = 0,04$ ). La mayor producción se obtuvo con Cent 20P+80N en el secado tardío, seguido por este mismo tratamiento con secado intermedio y Cent 9P+40N en secado tardío (sin diferencias entre sí) (Figura 1). En secados tempranos se observó una mayor acumulación de biomasa en los tratamientos con centeno, comportamiento esperado en función de los ciclos de las especies evaluadas. En el primer momento de secado la biomasa de las vicias y de la mezcla fue similar y menor que los centenos ( $p < 0,01$ ), mientras que en los secados intermedio y tardío la menor producción fue para las vicias, intermedio para la mezcla y mayor para los centenos ( $p < 0,01$  y  $p < 0,01$ , respectivamente). En la campaña 2020 la producción de biomasa varió entre 1697 y 6041 kg/ha y se observaron diferencias entre especies ( $p < 0,01$ ), momentos de secado ( $p < 0,01$ ), pero sin interacción entre ambas variables ( $p = 0,36$ ). La mayor producción fue para Cent 20P+80N, seguido Vicia+Cent 20P y Cent 9P+40N (sin diferencias entre sí) y menores producciones para las vicias.

Cuando se realizaron análisis de contrastes para evaluar el efecto de la nutrición en cada especie pura se detectaron diferencias entre los tratamientos con centeno en los momentos de secado intermedio y tardío de la campaña 2019 ( $p < 0,05$ ) e, independientemente del momento de secado, diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en la campaña 2020. En vicia, aunque los niveles de P extractable

de los suelos eran de medios a bajos (13,0 y 7,3 ppm para las campañas 2019 y 2020, respectivamente), no se observaron incrementos significativos en su producción por el agregado de P en ninguno de los momento de secado y las campañas evaluadas. Varios estudios en la región subhúmeda y semiárida pampeana muestran que una adecuada nutrición en gramíneas de CC incrementa significativamente la biomasa, lo que permitiría adelantar la interrupción del ciclo del CC entre 20 y 30 días, sobre todo en campañas con menores probabilidades de precipitaciones en primavera. Por otro lado, incrementos en la producción de biomasa, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo contribuye a una mejor competencia con las malezas, cumpliendo otro de los objetivos por lo que se incluye CC en las secuencias agrícolas.

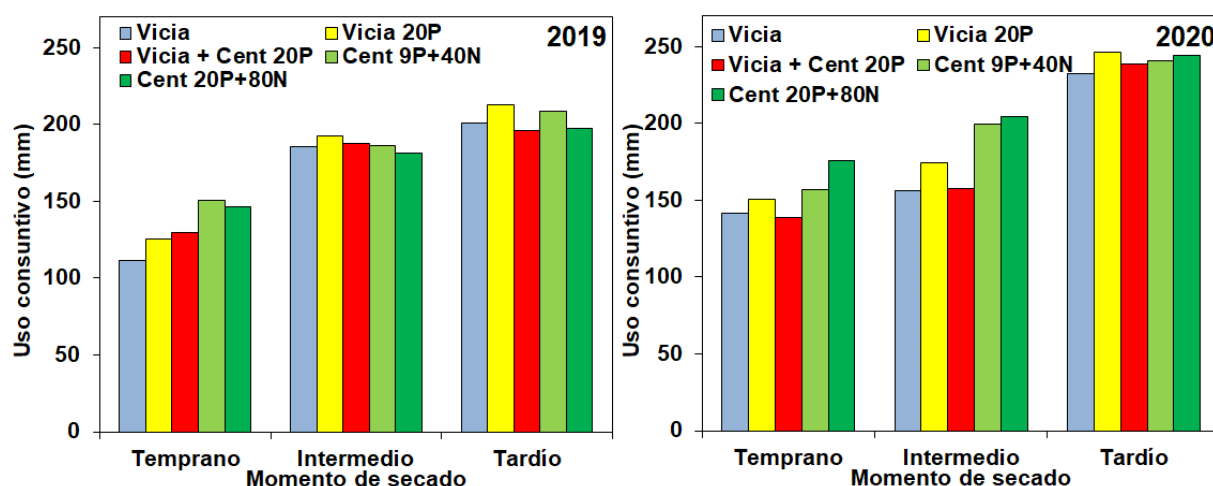


**Figura 1.** Producción de biomasa aérea de cultivos de cobertura (CC) según momento de secado. Cent=centeno, P=kg de fósforo/ha, N=kg de nitrógeno/ha.

### Uso consuntivo y eficiencia de uso de agua de los CC

En la campaña 2019 el UC de los CC varió entre 111 y 213 mm, con interacción significativa entre momento de secado y CC ( $p < 0,05$ ). Los menores UC se registraron en el primer momento de secado y dentro de éste fueron mayores para los centenos. Esto se debería fundamentalmente a la precocidad de esta especie, con respecto a las leguminosas. Los UC del secado intermedio y tardío fueron similares entre sí y entre CC, con un valor medio de 195 mm (Figura 2). En la campaña 2020 el UC varió entre 139 y 246 mm, con interacción entre especies y momento de secado. En los secados temprano e intermedio los mayores consumos de agua se registraron también en centeno, mientras que en el secado tardío el consumo de agua se incrementó considerablemente y no se observaron diferencias entre especies. Estos resultados corroboran un incremento significativo en el consumo de agua para las vicias durante el mes de octubre, coincidente con el período de alta acumulación de biomasa.





**Figura 2.** Uso consuntivo de los cultivos de cobertura (CC) según momento de secado y tratamiento de CC. Cent=centeno, P=kg de fósforo/ha, N=kg de nitrógeno/ha.

La EUA se modificó en mayor magnitud por el manejo de los CC que por la fecha de secado (Tabla 2), sin interacción entre ambas variables. En la campaña 2019 la EUA de los CC varió entre 12,2 y 32,9 kg MS mm<sup>-1</sup> y difirió entre momentos de secado ( $p<0,05$ ) y entre CC ( $p<0,01$ ). Las EUA fueron mayores para el secado tardío, mientras que las EUA de secado temprano e intermedio no difirieron entre sí. En cuanto a los CC la mayor EUA se obtuvo con Cent 20P+80N. En la campaña 2020 las EUA fueron similares entre momentos de secado ( $p=0,15$ ), con diferencias significativas entre tratamientos de CC ( $p<0,01$ ). Las mayores EUA se observaron en Cent 20P +80N y la mezcla de Vicia + Centeno, mientras que la EUA media de Cent 9P+40N fue muy baja debido al escaso aporte de biomasa en los primeros estadios de desarrollo.

**Tabla 2:** Eficiencia de uso del agua (EUA) según el momento de secado y/o tratamiento de cobertura (CC). Interm= Intermedio, Cent=centeno, P=kg de fósforo ha<sup>-1</sup>, N=kg de nitrógeno ha<sup>-1</sup>. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre tratamientos de secado o CC para cada Campaña evaluada.

Campaña	Momento de secado			Tratamiento de Especies de CC				
	Temprano	Interm	Tardío	Vicia	Vicia20P	Vicia+Cent 20P	Cent 9P+40 N	Cent P+80 N
2019	17,3 b	20,2 b	26,8 a	12,2 d	14,3 d	20,4 c	27,3 b	32,9 a
2020	16,7 a	22,0 a	23,0 a	17,8 b	18,4 b	23,7 a	18,2 b	25,1 a

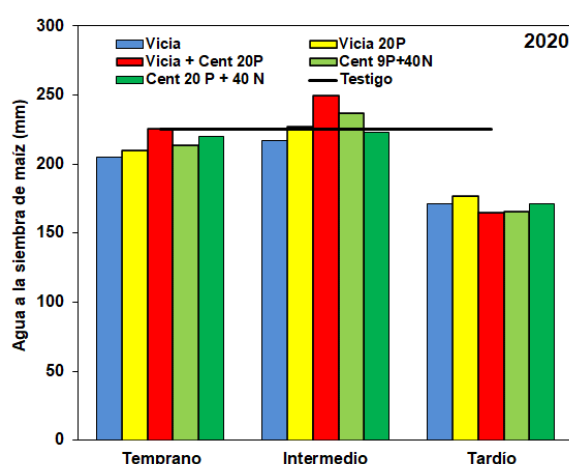
Si consideramos el costo hídrico de la inclusión de los CC en relación al barbecho tradicional (testigo) en la campaña 2019 se observó interacción significativa entre los factores evaluados. El menor costo hídrico se observó para las Vicias y Vicia+Cent 20P en secado temprano (con un valor medio de 68 mm), seguido por Cent 20P+40N en secado temprano y todos los tratamientos de especies con secado intermedio (116 mm) y un incremento significativo para todas las especies en el secado tardío sin diferencias entre especies (156 mm). En cambio, en la campaña 2020, el costo hídrico no se modificó por el momento de secado ( $p=0,27$ ), con un valor medio de 44 mm, mientras que entre tratamientos de CC fue mayor para los centenos (56 mm de promedio) que las vicias o la mezcla (37 mm en promedio). Estos resultados muestran que los CC invernales pueden aprovechar una parte de agua que sino se perdería en los barbechos tradicionales por evaporación o percolación profunda.

### Agua disponible a la siembra de maíz

El agua disponible a la siembra de maíz está condicionada por el consumo de agua de los CC hasta su secado, las precipitaciones ocurridas entre el secado y la siembra y la eficiencia de captura del agua de lluvia.

En el 2019 el agua disponible hasta los 160 cm fue en promedio de  $127 \pm 16$  mm, y no se modificó por la fecha de secado ( $p=0,18$ ), tratamiento de CC ( $p=0,31$ ) y tampoco se observó interacción entre los factores ( $p=0,52$ ) (datos no presentados). Las precipitaciones ocurridas desde el secado de los CC hasta la siembra de maíz fueron de 155, 150 y 86 mm para el secado temprano, intermedio y tardío, respectivamente y permitieron la recarga de los perfiles a valores similares al testigo sin CC.

En la campaña 2020 el agua disponible varió entre 164 y 250 mm, con una tendencia a interacción entre momento de secado y tratamiento ( $p=0,08$ ) (Figura 3). Las precipitaciones ocurridas desde el secado hasta la siembra de maíz resultaron inferiores (129, 82 y 41 mm para secado temprano, intermedio y tardío, respectivamente) y en muchos casos se dieron en eventos de escasa pluviometría (menores a los 10 mm). Con el secado temprano e intermedio los tratamientos con CC mostraron contenidos de agua similares al barbecho (testigo), mientras que con el secado tardío todos los tratamientos de CC mostraron menor contenido de agua, indicando que las escasas precipitaciones ocurridas no permitieron la recarga de los perfiles.



**Figura 3.** Disponibilidad de agua en el suelo (0-160 cm) al momento de la siembra de maíz. Campaña 2020. Cent=centeno, P=kg de fósforo/ha, N=kg de nitrógeno/ha.

## Conclusiones

En las condiciones de estos estudios, el manejo nutricional de los CC modificó la producción de biomasa de centeno, pero no de vicia. La siembra consociada de vicia con centeno produjo una producción intermedia para la campaña 2019 y similar a la de centeno con la aplicación del mayor nivel de nutrición en la campaña 2020. Los UC y las EUA de los CC se incrementaron en la medida que se atrasó el momento de secado, siendo la EUA menor en CC de vicia que en los de centeno.

El secado temprano e intermedio permitió la recarga de los perfiles a valores similares al barbecho en ambas campañas, mientras que con el secado tardío en la campaña 2020 los tratamientos con CC presentaron en promedio 55 mm menos que el barbecho tradicional.

A modo de síntesis se concluye que el manejo nutricional de las gramíneas resulta clave para lograr cultivos de alta producción de biomasa, que permitan cubrir rápidamente el suelo y competir con malezas. En el caso de vicia se requiere evaluar la contribución de la nutrición fosfatada en ambientes de menor disponibilidad a los evaluados en este estudio.

Con respecto al momento de secado es conveniente considerar los pronósticos climáticos para prever la oferta hídrica para el cultivo siguiente. Con centeno los secados hasta principios de 10 de octubre permiten aportar adecuados niveles de biomasa, que contribuyen a lograr varios de los objetivos perseguidos al sembrar un cultivo de cobertura sin afectar la disponibilidad hídrica de maíz. En el caso de vicia se requeriría adelantar el secado previo a la máxima acumulación de biomasa en campañas de menor oferta hídrica o evaluar otras estrategias de manejo como el adelanto de la fecha de siembra para lograr una acumulación biomasa más temprana.

## Flora de malezas en el área agrícola de La Pampa

C. Suárez<sup>1\*</sup>, H. D. Estelrich<sup>1</sup> y J. I. Siri<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía UNLPam; <sup>2</sup>Tesista de grado- FA-UNLPam.

\*[suarez@agro.unlpam.edu.ar](mailto:suarez@agro.unlpam.edu.ar)

La homogeneización del ambiente para fines productivos sienta la oportunidad para la aparición y establecimiento de nuevas especies-malezas. Las comunidades de malezas que se desarrollan acompañando los diferentes sistemas de producción agrícola están expuestas a los mismos filtros ambientales que aplican para cualquier sistema ecológico con el agregado de los componentes tecnológicos asociados al manejo de esos cultivos. Estos componentes asociados a una intensificación de los sistemas productivos han favorecido a que las comunidades de malezas vayan *acompañando* estas transformaciones.

En este contexto, la región agrícola que abarca el este de La Pampa, el sur de Córdoba y el oeste de Buenos Aires, al igual que otras zonas del país ha experimentado cambios en sus sistemas de producción con la implementación masiva de cultivos sin labranza o siembra directa (SD) y paralelamente la adopción de cultivos genéticamente modificados resistentes a al herbicida glifosato. Así, en el presente trabajo se aborda el análisis de la flora arvense y su relación con tipos de cultivos y sistemas de labranza para la región pampeana central. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica (período 2008-2018), con la herramienta de *Google Académico* mediante palabras clave definidas *a priori*<sup>1</sup>. A partir de la información colectada se elaboró un listado de flora arvense asociada a los cultivos de la región agrícola pampeana y se completó con una caracterización en función su resistencia a herbicidas.

### **La flora arvense, concepto y atributos principales.**

El concepto de maleza involucra aquella especie no deseada que crece en un determinado lugar y en cierto tiempo, que interfiere en la actividad del hombre y ocasiona un perjuicio económico o ecológico. Este concepto es de naturaleza netamente antrópica, ya que el criterio para calificar a una especie depende de la actitud del hombre hacia ella.

En los distintos agroecosistemas del mundo, las especies arvenses o de malezas está generalmente vinculadas a la introducción accidental de semillas a través de la importación comercial de especies con fines productivos (cultivos), ornamentales u otros, que una vez naturalizadas se transforman en indeseables. Los cambios en las restricciones ambientales, provocados por distintos disturbios generan oportunidades para que las plantas arvenses aparezcan como las principales invasoras de los sistemas agrícolas. Entre los disturbios más comunes que están relacionados a la actividad agropecuaria se pueden mencionar el laboreo del suelo, pastoreos intensivos o quemas.

El efecto negativo que tienen las malezas sobre la producción de especies cultivadas o sobre los sistemas naturales radica en la presencia de ciertas características comunes como alta capacidad de colonización, alta eficiencia reproductiva, habilidad competitiva, plasticidad morfológica y fisiológica. Estos atributos morfológicos y ecológicos tienden a maximizar la producción de frutos, semillas y el modo de dispersión en el espacio, el cual quedará reflejado en el banco de semillas. En sistemas productivos este es la principal fuente para nuevas infestaciones de malezas anuales.

La composición florística de una comunidad de malezas y la adaptación de las especies en particular acompañan los patrones temporales de cambios en el ambiente, los cuales resultan de la interacción de variables climáticas y agronómicas (cultivos y prácticas de manejo). Por ejemplo, los sistemas de labranza afectan el banco de semillas de una manera diferencial. Bajo SD, las semillas se concentran superficialmente mientras que en labranza con remoción o convencional (LC) se hallan uniformemente distribuidas en la capa arable. A partir de ello, el efecto de diferentes factores tales como: humedad, radiación, predadores, entre otros; favorecerán de manera diferencial a ciertas especies predominando en uno u otro sistema. La rotación de cultivos también afecta el banco de semillas debido a diferencias en los ciclos de los cultivos y al uso de ciertos herbicidas que pueden influir en la composición específica de las comunidades de malezas de acuerdo a la tolerancia y a su vez pueden hacer emerger individuos resistentes.

El equipo de investigación de la UNR liderado por el Dr. E. Leguizamón, teniendo como base las poblaciones y comunidades de malezas, realizó una caracterización de la transformación del sistema de labranza convencional al de siembra directa con control químico con predominio de glifosato que resumimos en el recuadro 1.

<sup>1</sup> Para mayor detalle de aspectos metodológicos consultar: Siri, J. I. (2019). La flora arvense en el área agrícola de la región pampeana central. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Agronomía- UNLPam.

**Recuadro 1.**

Desde el punto de vista de las poblaciones y comunidades de malezas, la transformación del sistema de labranza convencional a siembra directa y el control químico de malezas liderado por glifosato se ha caracterizado por:

- a) Disminución de la abundancia, especialmente de especies estivales.
- b) Disminución de la dominancia (aumento de la equidad).
- c) Modificaciones en el listado florístico y consecuentemente en la frecuencia específica (enmarcadas en un proceso denominado “desplazamiento de flora” o “weed shifts”), que puede sintetizarse de la siguiente manera:
  - 1) Aumento de Poáceas anuales de ciclo estival (*Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Brachiaria* (= *Urochloa*) *extensa* (= *platyphylla*) y *Setaria geniculata*.
  - 2) Aumento de Asteráceas con dispersión anemófila, tanto anuales (*Conyza bonariensis*, *Carduus acanthoides*, *Taraxacum officinale*, *Sonchus oleraceus*) como perennes (*Senecio grisebachii*, *Senecio brasiliensis*).
  - 3) Aumento de dicotiledóneas anuales de ciclo otoño-estival que exhiben tolerancia a dosis usuales glifosato (2.5 a 3 l/ha): *Bowlesia incana*, *Lamium amplexicaule*.
  - 4) Disminución de especies que requieren de estímulos de irradiancia y/o alternancia térmica para desbloquearse, como por ej. *Datura ferox*.
  - 5) Disminución de dicotiledóneas sensibles al glifosato, como por ej. *Amaranthus quitensis*.
  - 6) Niveles aproximadamente estables de dicotiledóneas estivales de difícil control con glifosato a las dosis normales de uso (“tolerantes”) como por ej. *Portulaca oleracea* y *Anoda cristata*.
  - 7) Tendencias variables, en algunos casos hacia el aumento, de monocotiledóneas (*Cynodon dactylon*, *Cyperus* spp), que requieren dosis más elevadas de glifosato que las utilizadas usualmente.
  - 8) Invasión de las mal llamadas “malezas nuevas” y preadaptadas (antes confinadas a alambrados, banquinas y relictos y/o suelos bajos), que en general exhiben una fuerte tolerancia a glifosato, tanto monocotiledóneas y herbáceas (*Commelina erecta*, *Chloris* sp, *Parietaria debilis*, *Verbena* spp, *Oenothera* spp, *Hybanthus pauciflorus*, *Veronica peregrina*), como semiperennes (*Baccharis* spp) y leñosas y arbustivas (*Gleditsia triacanthos*).
  - 9) Generación de biotipos resistentes. Hasta la actualidad existen tres casos documentados en la Argentina: *Amaranthus quitensis* (resistente a imidazolinonas -imazetapyr- y a sulfonilureas -clorimuron-), *Sorghum halepense* (resistente a glifosato) y *Lolium* spp. en varias regiones.

**Flora arvense asociada a cultivos de la región.**

La mayoría de las malezas que integran las comunidades de arvenses en la región agrícola de La Pampa ya han sido citadas a nivel mundial hace 40 años. Estas especies no solo se han perpetuado en el tiempo, sino que han ampliado sus rangos de distribución geográfica (algunas de ellas: *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa* sp., *Eleusine indica*, *Sorghum halepense*, *Chenopodium album*, *Digitaria sanguinalis*, *Avena fatua*, *Amaranthus* sp., *Cyperus esculentus*).

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo (Tabla 1) se observa que la flora arvense de la región estuvo representada por 85 especies repartidas en 22 familias, de las cuales las más representativas fueron las Poáceas, Asteráceas y Brasicáceas. Para cultivos de verano las familias con mayor número de especies fueron las Asteráceas y Poáceas representadas con 11 y 14 especies, respectivamente; el 78% fueron anuales. Para los cultivos de invierno las Brasicáceas y Asteráceas fueron las más representativas con 10 y 8 especies, respectivamente; el 81 % fueron anuales. El 70 % de las malezas que acompañaron a los cultivos de soja, maíz y girasol, y el 74% de las de trigo se vincularon a la tecnología de siembra directa. Se registraron 38 resistencias a distintos principios activos de las cuales 33 se relacionaron con la siembra directa (Figura 1). De estas resistencias el 34 % lo fueron a inhibidores EPSPS, el 15 % a ALS, el 9 % ACCasa, el 9 % a la mezcla de ALS -EPSPS.



Fig.1. Malezas con mayor cantidad de resistencia acumuladas en la actualidad: *Amaranthus hybridus*, *Sorghum halepense*, *Lolium multiflorum* (Tabla 1).



**Tabla 1. Lista de especies registradas y su vinculación con tipos de cultivos, tipos de labranza y resistencia a herbicidas a partir de la búsqueda de referencias publicadas entre 2008 y 2018. Referencias: S = soja; M = maíz; G = girasol; T = trigo; LC = labranza convencional; DS = siembra directa.**

N°	Nombre científico	Nombre vulgar	Familia	Cultivo	Tipo de Labranza	Resistencia a herbicidas
1	<i>Amaranthus hybridus</i> L. ssp. Hybridus	Yuyo colorado	Amarantáceas	S/M/G	SD	ALS
					SD	EPSPS
					SD	ALS + EPSPS
					SD	Hormonales (2.4D y Dicamba)
					SD	Hormonales + Inh. EPSPS
2	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Yuyo colorado gigante	Amarantáceas	S/M/G	SD	ALS
					SD	EPSPS
3	<i>Anagallis arvensis</i> L.	No me olvides	Primuláceas	S/M/G	LC	
4	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldtl.	Malva	Malváceas	S/M/G	LC	
5	<i>Bassia scoparia</i> (L.) A.J.Scott	Morenita	Quenopodiáceas	S/M/G	SD	
6	<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco	Asteráceas	S/M/G	SD	
7	<i>Cenchrus spinifex</i> Cav.	Roseta	Poáceas	S/M/G	SD	
8	<i>Commelina erecta</i> L.	Flor de santa lucía	Commelináceas	S/M/G	SD	
9	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Rama negra	Asteráceas	S/M/G	SD	EPSPS
10	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz) E. Walker	Rama negra	Asteráceas	S/M/G	SD	EPSPS
					SD	ALS
11	<i>Chloris virgata</i>	Cloris	Poáceas	S/M/G	SD	
12	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne subsp. <i>andreana</i> (Naudin) Filov.	Zapallito amargo	Cucurbitáceas	S/M/G	SD	
13	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramón	Poáceas	S/M/G	LC	
14	<i>Cynodon hirsutus</i> Stent.	Gramilla mansa	Poáceas	S/M/G	LC	EPSPS
15	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebollín	Ciperáceas	S/M/G	LC	
16	<i>Datura ferox</i> L.	Chamico	Solanáceas	S/M/G	LC	
17	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	Poáceas	S/M/G	SD	
18	<i>Digitaria insularis</i>	Pasto amargo	Poáceas	S/M/G	SD	EPSPS
19	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	Capín colorado	Poáceas	S/M/G	SD	EPSPS
20	<i>Echinochloa crus - galli</i> (L.) P. Beauv.	Capín arroz	Poáceas	S/M/G	SD	ALS
					SD	ALS + EPSPS
21	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert.	Pata de gallina	Poáceas	S/M/G	SD	EPSPS
					SD	ACCasa
22	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Lecherón	Euphorbiáceas	S/M/G	SD	
23	<i>Gamochaeta spicata</i>	Peludilla	Asteráceas	S/M/G	SD	
24	<i>Gnaphalium gaudichaudianum</i> DC.	Vira - Vira	Asteráceas	S/M/G	SD	
25	<i>Ipomoea purpurea</i>	Bejuco	Convolvuláceas	S/M/G		
26	<i>Lamiun amplexicaule</i> L.	Ortiga mansa	Lamiáceas	S/M/G	SD	
27	<i>Panicum capillare</i> L.	Paja voladora	Poáceas	S/M/G	SD	
28	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Portulacáceas	S/M/G	LC	
29	<i>Salsola kali</i> L.	Cardo ruso	Quenopodiáceas	S/M/G	LC	ALS
30	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv	Cola de zorro	Poáceas	S/M/G	SD	
31	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Afata	Malváceas	S/M/G	SD	

Tabla 1. (cont.)

N°	Nombre científico	Nombre vulgar	Familia	Cultivo	Tipo de Labranza	Resistencia a herbicidas
32	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Revienta caballos	Solanáceas	S/M/G	SD	
33	<i>Tagetes minuta</i> L.	Chinchilla	Asteráceas	S/M/G	SD	
					LC	EPSPS
34	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Sorgo de alepo	Poáceas	S/M/G	(Rizomas)	ACCasa
					SD	EPSPS + ACCasa
35	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Abrojo	Zigofiláceas	S/M/G	LC	
36	<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol blanco	Fabáceas	S/M/G	SD	
37	<i>Urochloa panicoides</i> P. Beauv.	Brachiaria	Poáceas	S/M/G	SD	EPSPS
38	<i>Xanthium cavanillesii</i> Schouw.	Abrojo grande	Asteráceas	S/M/G	LC	
39	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Abrojo chico	Asteráceas	S/M/G	LC	
40	<i>Zea mays</i> L.	Maíz guacho RG	Poáceas	S/M/G	SD	
41	<i>Chenopodium album</i> L.	Quínoa	Quenopodiáceas	T/S/M/G	LC	
					SD	ALS + EPSPS
42	<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo	Brasicáceas	T/S/M/G	SD	Hormonal (2.4D)
43	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	Flor amarilla	Brasicáceas	T/S/M/G	SD	
44	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	Asteráceas	T/S/M/G	SD	
45	<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F. H. Wiggs	Diente de león	Asteráceas	T/S/M/G	SD	
46	<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga	Urticáceas	T/S/M/G	SD	
47	<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol guacho	Asteráceas	T/S/M	SD	
48	<i>Ammi majus</i> L.	Falsa viznaga	Apiáceas	T	SD	
49	<i>Avena fatua</i> L.	Avena negra	Poáceas	T	SD	ACCasa
50	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav	Perejilillo	Apiáceas	T	SD	
51	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cardo negro	Asteráceas	T	SD	
52	<i>Descurainia erodiifolia</i> (Phil.) Reiche	Altamisa colorada	Brasicáceas	T	LC	
53	<i>Bromus catharticus</i> Vahl var. <i>catharticus</i>	Cebadilla criolla	Poáceas	T	SD	EPSPS
54	<i>Capsella bursa - pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa del pastor	Brasicáceas	T	SD	
55	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Cardo chileno	Asteráceas	T	SD	Hormonal (2.4D) + EPSPS
56	<i>Carduus thoermerii</i> Weinm.	Cardo pendiente	Asteráceas	T	SD	
57	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Abrepuño amarillo	Asteráceas	T	SD	
58	<i>Lepidium didymum</i> L.	Mastuerzo	Brasicáceas	T	LC	
59	<i>Distichlis spicata</i> (Kunth) Arechav.	Pelo de chanco	Poáceas		SD	
60	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Rúcula	Brasicáceas	T	LC	
61	<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schltdl.	Caraguatá	Apiáceas		SD	
62	<i>Capsella bursa - pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa del pastor	Brasicáceas	T	SD	
63	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Cardo chileno	Asteráceas	T	SD	Hormonal (2.4D) + EPSPS
64	<i>Carduus nutans</i>	Cardo pendiente	Asteráceas	T	SD	
65	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Abrepuño amarillo	Asteráceas	T	SD	
66	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Mastuerzo	Brasicáceas	T	LC	
67	<i>Distichlis spicata</i> (Kunth) Arechav.	Pelo de chanco	Poáceas		SD	

Tabla 1. (cont.)

N°	Nombre científico	Nombre vulgar	Familia	Cultivo	Tipo de Labranza	Resistencia a herbicidas
68	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Rúcula	Brasicáceas	T	LC	
69	<i>Eryngium pandanifolium</i>	Caraguatá	Apiáceas		SD	
					SD	ALS
70	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	Nabo, Nabillo	Brasicáceas	T	SD	ALS + Hormonal (2.4D)
					SD	Hormonal (2.4D) + EPSPS
					SD	EPSPS
					SD	ACCasa
71	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Raigras anual	Poáceas	T	SD	EPSPS + ACCasa
					SD	EPSPS + ALS
					SD	EPSPS +ALS + ACCasa
72	<i>Lolium perenne</i> L.	Raigras perenne	Poáceas	T	SD	EPSPS
73	<i>Lycopsis arvensis</i> L.	Borraja pampeana	Boragináceas	T	LC	
74	<i>Oenothera parodiana</i> Munz	Flor de la oración	Onagráceas		SD	
75	<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	Ocucha	Urticáceas	T	SD	
76	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Sanguinaria	Poligonáceas	T	SD	
77	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Enredadera anual	Poligonáceas	T	SD	
78	<i>Raphanus sativus</i> L.	Nabón	Brasicáceas	T	LC	ALS
79	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Mostacilla	Brasicáceas	T	LC	ALS
80	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Poligonáceas	T	SD	
81	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Senecio	Asteráceas	T	SD	
82	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Nabillo	Brasicáceas	T	LC	
83	<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo	Caapiquí	Cariofiláceas	T	SD	
84	<i>Verónica arvensis</i> L.	Verónica	Ecrofulariáceas	T	SD	
85	<i>Viola arvensis</i> Murray	Pensamiento silvestre	Violáceas	T	SD	

### Consideraciones finales

En los 10 años estudiados se describió el crecimiento en el área agrícola cultivada con especies de verano y cambios en la composición de la flora arvense o de malezas según los cultivos predominantes y tipos de labranza.

Las familias de especies de malezas más asociadas a cultivos de cosecha gruesa fueron Asteráceas y Poáceas y de Asteráceas y Brasicáceas al trigo.

Los registros sobre la presencia de malezas resistentes a la aplicación de herbicidas son crecientes. Las mayores proporciones de especies resistentes a herbicidas se encontraron en cultivos bajo siembra directa. En los cultivos de cosecha gruesa las resistencias se concentraron en las familias Amarantáceas, Poáceas y Asteráceas; mientras que en los de cosecha fina en Brasicáceas y Poáceas.

A partir de estos resultados se corrobora una vez más la estrecha relación que existe entre las estrategias adaptativas/evolutivas de las malezas y la presión que el hombre ejerce sobre el ambiente. La aparición de resistencias se ha acelerado en los últimos años manifestándose con mayor frecuencia y complejidad ya que una misma especie puede presentar resistencias a la combinación de distintos principios activos. En este sentido, es imprescindible profundizar en el abordaje holístico de la problemática integrando la biología/ecología de las especies arvense con las distintas prácticas agronómicas tales como la rotación de cultivos, fechas y densidad de siembra, monitoreos de control, entre otros.

## Sensibilidad diferencial de cultivares de avena a residuos de herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS

D. Bustos-Painii<sup>1\*</sup>, D. Giménez<sup>2</sup>, L. Wehrhahne<sup>3</sup>, J. Montoya<sup>4</sup>, M. Yannicari<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, <sup>2</sup>Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), Facultad Cs. Agrarias y Ftles., UNLP. <sup>3</sup>Chacra Experimental Integrada Barrow (MDA - INTA). <sup>4</sup>EEA INTA Anguil, <sup>5</sup>CONICET y Facultad de Agronomía, UNLPam. [\\*dariobustos89@gmail.com](mailto:dariobustos89@gmail.com).

La avena (*Avena sativa* L.) es una de las especies con mayor importancia como recurso forrajero en la región semiárida pampeana. Comparado al resto de la región pampeana, la región semiárida presenta particulares condiciones edafoclimáticas, como menores niveles de materia orgánica, temperaturas y pluviometría más bajas. Debido a estas condiciones adversas para la degradación de sustancias químicas, se presentan con frecuencia problemas de fitotoxicidad en la implantación de avena, asociados a la prolongada persistencia de los herbicidas. Particularmente algunos principios activos inhibidores de la ALS/AHAS aplicados para el control de malezas en barbechos ó cultivos estivales, entre 6 y 8 meses antes de la siembra de avena, suelen ser causantes de fitotoxicidad. A este fenómeno se lo define como “carryover” y hace referencia a los residuos de herbicidas en el suelo en concentraciones fitotóxicas para los cultivos subsiguientes en la rotación.

### Herbicidas residuales para el control de malezas

Dentro de las principales malezas de la región pampeana se encuentran *Conyza bonariensis* (L.) [Cronquist y C. sumatrensis](#) (Retz.) E. Walker (ambas denominadas vulgarmente como “rama negra”), estas especies son tolerantes a glifosato y sólo resultan eficazmente controladas en el estadio de roseta basal durante el invierno e inicio de la primavera. En tal situación, herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS como diclosulam ó clorimurón son incorporados en presiembra ó post-emergencia de soja, en combinación con glifosato y, en barbecho, con herbicidas hormonales para mejorar los controles.

Se han difundido materiales de soja resistentes a sulfometurón-clorimurón (variedades STS®) para manejar las malezas problemáticas. Para clorimurón, existen estudios en el Sur de Estados Unidos que muestran períodos de 120 días para la disipación de a menos del 5% de la cantidad aplicada inicialmente. Respecto a sulfometurón existen antecedentes muy dispares de acuerdo al pH, temperatura y precipitaciones de cada región abarcando desde cortos períodos de persistencia hasta más de 200 días. Antecedentes locales, no mostraron efectos de *carryover* del uso de sulfometurón-clorimurón en la rotación soja STS®/trigo durante las campañas 2014/2015 y 2015/2016. Sobre soja resistente a glifosato, variedades no STS®, se suele manejar el control de las especies de *Conyza spp.*, *Portulaca oleracea* L., Amarantáceas susceptibles a inhibidores de la ALS/AHAS y Chenopodiáceas empleando una triazolpirimidina - diclosulam - en pre-emergencia del cultivo. La elevada residualidad de este herbicida, cuya vida media en el suelo está estimada entre 60 y 90 días, condiciona la secuencia de cultivos a realizar ante condiciones edafoclimáticas que promuevan su persistencia. En tal sentido, existe restricción de siembra de girasol en la campaña subsiguiente dada la alta sensibilidad de este cultivo a los residuos de diclosulam en el suelo.

En forma análoga, imidazolinonas como imazapir e imazamox se emplean en materiales de girasol con tecnología *Clearfield®* para el manejo de malezas en post-emergencia del cultivo. Existen antecedentes sobre el efecto de *carryover* de residuos de esos principios activos sobre cultivos anuales invernales sucesores en la rotación como colza, avena, cebada y trigo. Trabajos nacionales han concluido que colza y cebada son los cultivos más sensibles a la presencia de residuos de imidazolinonas en el suelo. Existen antecedentes de afectación de la producción de materia seca de avena en dosis crecientes de imazapir+imazamox. El tiempo de vida media del imazapir en los suelos oscila alrededor de los 90 días. En tanto, la vida media de imazamox en los suelos oscila entre 20 y 30 días. Si bien ambos herbicidas son similares en cuanto a estructura molecular, presentan diferentes potenciales de producir daños por *carryover* a los cultivos subsiguientes. Cabe destacar que el fenómeno de *carryover* se hace manifiesto de acuerdo a la sensibilidad de la especie a los residuos de herbicidas en el suelo en la rotación. He aquí la utilidad de contar con este tipo de información. Ya que, de esta manera, en caso de ser necesario se puede optar por la siembra de una especie o variedad tolerante.

En Argentina se desconoce si existe variación en cuanto a la sensibilidad a herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS en los cultivares de avena comercialmente disponibles. Esta incertidumbre haría que en ciertos casos los riesgos de fitotoxicidad podrían ser potenciados por el empleo de materiales altamente sensibles. Del mismo modo, conocer aquellos materiales más tolerantes sería una estrategia de manejo más al momento de reducir los riesgos de fitotoxicidad. Ante este contexto se planteó el presente trabajo, donde el objetivo general fue evaluar la sensibilidad de nueve variedades de avena a varias dosis de herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS.



### Metodología

Los estudios se llevaron a cabo en el Instituto de Fisiología Vegetal (FCAYF-UNLP- CONICET) y Chacra Experimental Integrada Barrow (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Ministerio de Desarrollo Agrario de la Pcia. de Buenos Aires), donde se evaluaron distintos parámetros de germinación, crecimiento y desarrollo vegetativo, mediante experimentos en cámara de crecimiento, macetas en invernáculo, macetas a la intemperie y a campo.

Las variedades evaluadas se desarrollaron en los programas de mejoramiento genético de avena de la Chacra Experimental Integrada Barrow y de la EEA INTA Bordenave. Se probaron los materiales Bonaerense INTA Aikén, Bonaerense INTA Calén, Bonaerense INTA Maná, Bonaerense INTA Sureña, Bonaerense INTA Yapa, Bw 130, Carlota INTA, Juana INTA y Marita INTA. Los herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS que se estudiaron, pertenecieron a una de las tres familias químicas más empleadas dentro de este modo de acción, tal como se indica en la Tabla 1.

*Tabla 1. Descripción de los herbicidas evaluados en el estudio.*

Producto Comercial (p.c.)	Familia	Ingrediente activo (i.a.)	Concentración (g i.a. kg <sup>-1</sup> o l <sup>-1</sup> )	Dosis recomendada (p.c. ha <sup>-1</sup> )
<b>Clearsol® plus</b>	Imidazolinonas	imazapir-imazamox	33 + 15	2 l
<b>Spider®</b>	Triazopirimidinas	diclosulam	840	30 g
<b>Ligate®</b>	Sulfonilureas	sulfometurón-clorimurón	150 + 200	100 g

En experimentos de germinación sobre papel humedecido con suspensiones/soluciones de herbicidas en cámara de crecimiento, se evaluaron dosis de 0 a 1000 µM (concentraciones de cada principio activo en el medio acuoso). En los experimentos de emergencia en macetas en invernáculo y de desarrollo en macetas (con suelo franco tamizado) a la intemperie, las dosis en estudio de cada herbicida fueron 1x, 1/5x, 1/10x, 1/20x, 1/40x y 0x (x = dosis recomendada). En un experimento de campo en la CEI Barrow (MDA-INTA), suelo Argiudol típico, se estudió la respuesta de crecimiento de las diferentes variedades de avena a dosis de 2x, 1x, 1/2x, 1/4x y 1/8x aplicadas luego de 7 días de realizada la siembra de avena.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial AxB, dónde el factor A son variedades de avena, el factor B las dosis del herbicida. Se elaboraron curvas de dosis respuesta mediante modelo log-logístico de regresión no lineal de Seefeldt. se realizaron análisis de la varianza y pruebas de comparación múltiple de Tukey HSD al 5 %. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante la ayuda de los programas informático GraphPad Prism® v8.00 y Statistix 9®.

### Resultados y recomendaciones

Se determinó que los cultivares de avena estudiados difirieron en cuanto a la sensibilidad a los herbicidas medida en crecimiento en altura, producción de macollos y de biomasa aérea e intensidad de coloración de las plantas. Las variedades Bonaerense INTA Calén y Bonaerense INTA Aikén fueron las más tolerantes a imazapir-imazamox y Carlota INTA y Marita INTA fueron las más sensibles. Para diclosulam, el cultivar más tolerante fue Bonaerense INTA Calén y los más sensibles Juana INTA y Bonaerense INTA Maná. Las variedades más tolerantes a sulfometuron-clorimurón fueron Bonaerense INTA Calén y Bonaerense INTA Aikén, mientras que las más sensibles resultaron ser Bw 130 y Carlota INTA.

En términos generales la inhibición de altura (Figura 1) y de la biomasa aérea fueron las variables más sensibles a los herbicidas estudiados. Además, sumado a las variables anteriores, para los herbicidas imazapir-imazamox y diclosulam, otra de las variables más sensibles fue la medición indirecta del contenido relativo de clorofila mediante las lecturas de intensidad de coloración verde según valores SPAD, esta variable resultó ser muy eficiente en la determinación de fitotoxicidad de avena por imidazolinonas y triazopirimidinas siempre que se controlen los efectos de nutrientes, por ejemplo el nitrógeno, sobre ese parámetro. Para el herbicida sulfometurón-clorimurón, luego de la inhibición de altura y de la biomasa aérea, el aumento de la producción de macollos fue otra variable determinante para la fitotoxicidad.

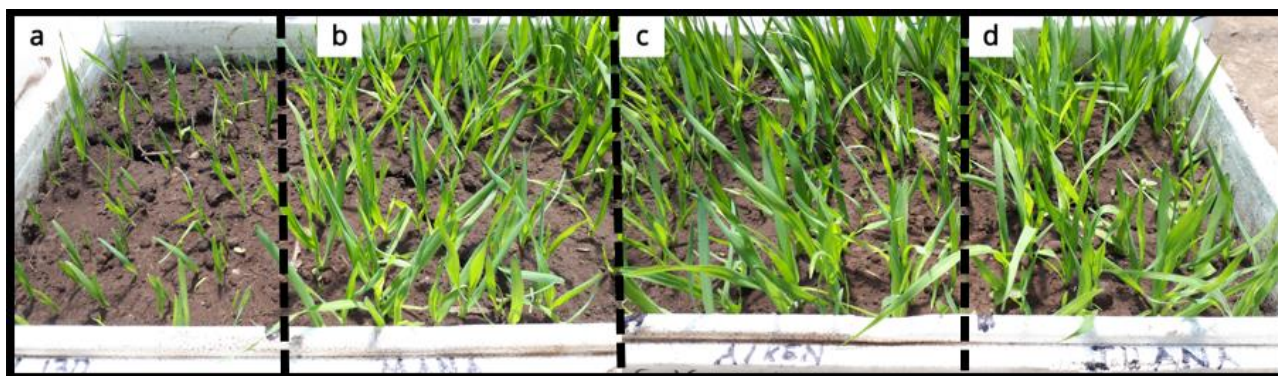


Figura 1. Efecto del herbicida sulfometurón-clorimurón en dosis de 1x sobre el crecimiento plumular y en la diferenciación de la sensibilidad al herbicida de variedades de avena cultivadas en macetas a la intemperie. A: Bw 130; b: Bonaerense INTA Maná; c: Bonaerense INTA Aikén y d: Juana INTA.

Además, se estableció que la dosis mínima de imazapir-imazamox que provoca fitotoxicidad en los cultivares de avena oscilaría entre 400 y 1000 ml de producto comercial (p.c.)  $\text{ha}^{-1}$ . En el caso de diclosulam los valores mínimos de fitotoxicidad se ubicaron entre 3 y 13 g p.c.  $\text{ha}^{-1}$  y para sulfometurón-clorimurón estuvieron entre 10 y 65 g p.c.  $\text{ha}^{-1}$ .

La figura 2 muestra que, para el experimento de campo, la variedad con mayor tolerancia al herbicida imazapir-imazamox fue Bonaerense INTA Aikén, pues necesitó de una dosis de 1051 ml de p.c.  $\text{ha}^{-1}$  para inhibir en un 50 % la biomasa aérea relativa de este material. Mientras que el cultivar Carlota INTA, fue el más sensible a este herbicida, pues precisó de una dosis menor (552 ml de p.c.  $\text{ha}^{-1}$ ) para inhibir en un 50 % su biomasa aérea relativa.

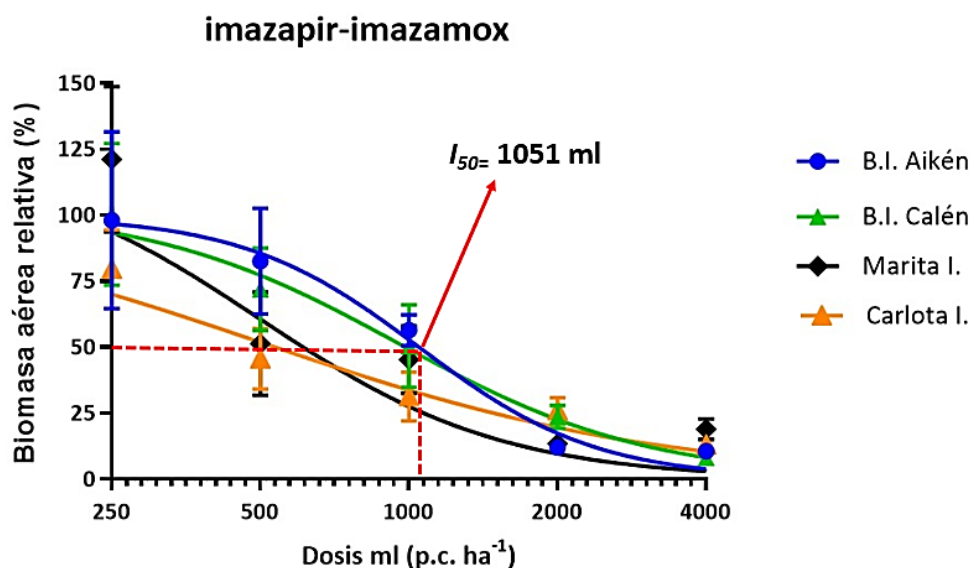


Figura 2. Curvas de dosis-respuesta de biomasa aérea relativa (a 55 días desde la siembra) de cultivares de avena frente a diferentes dosis de imazapir-imazamox. Barras de dispersión indican el error estándar de la media.

En la figura 3 se observa que, para el experimento de campo, la variedad con mayor tolerancia al herbicida diclosulam, fue Bonaerense INTA Calén, ya que precisó de una dosis de 13,2 g de p.c.  $\text{ha}^{-1}$  para inhibir en un 50 % la biomasa aérea relativa de esta variedad. En tanto que, el cultivar Juana INTA, fue el más sensible a este herbicida, pues una dosis de 3,5 g de p.c.  $\text{ha}^{-1}$ , fue suficiente para inhibir en un 50 % su biomasa aérea relativa.

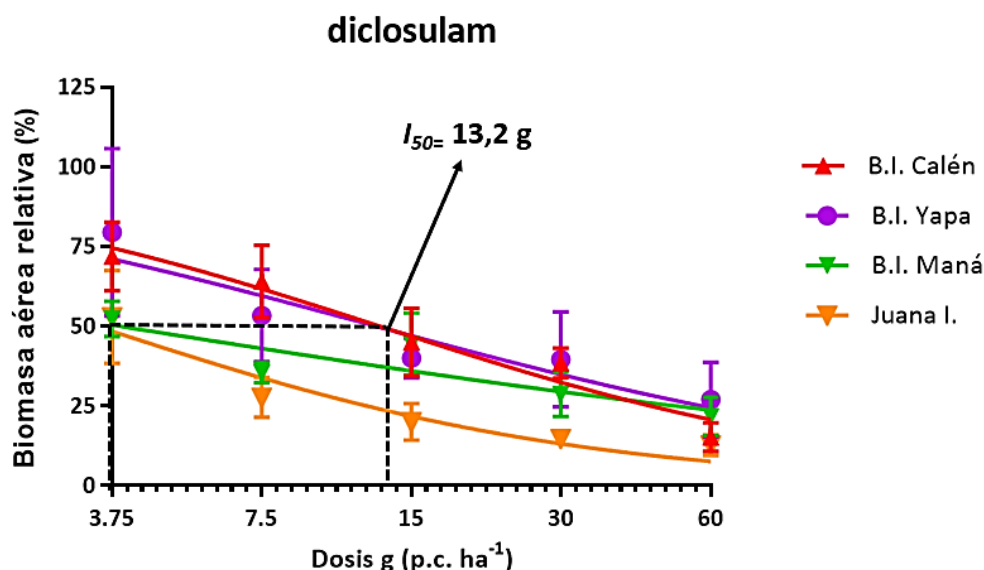


Figura 3. Curvas de dosis-respuesta de biomasa aérea relativa (a 55 días desde la siembra) de cultivares de avena frente a diferentes dosis de diclosulam. Barras de dispersión indican el error estándar de la media.

La figura 4 describe que, para el experimento de campo, la variedad con mayor tolerancia al herbicida sulfometurón-clorimurón, fue Bonaerense INTA Calén, pues fue necesaria una dosis de 64 g de p.c. ha<sup>-1</sup> para reducir en un 50 % la biomasa aérea relativa de este material. Mientras que el cultivar Carlota INTA fue el más sensible a este herbicida, pues con una dosis de 21 g de p.c. ha<sup>-1</sup>, se inhibió en un 50 % la biomasa aérea relativa.

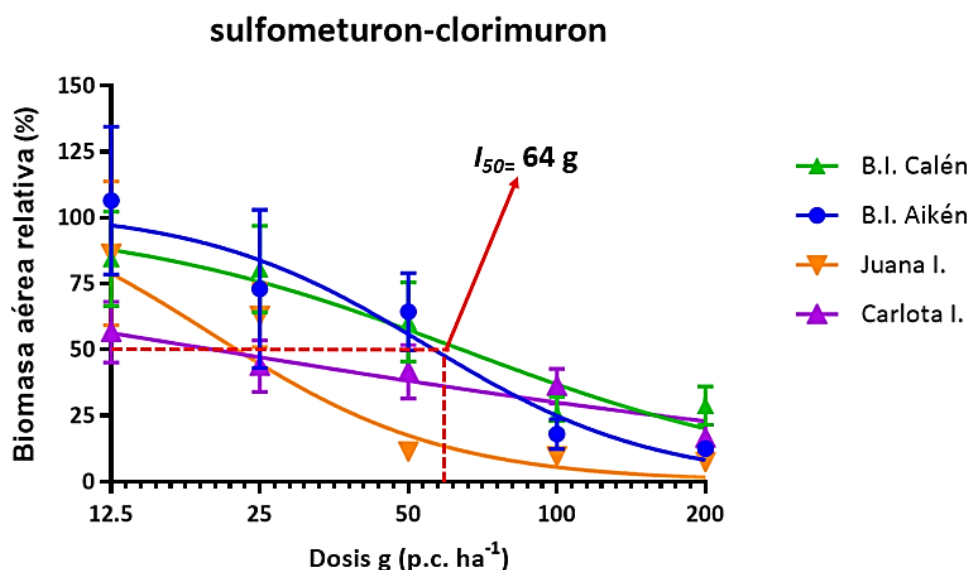
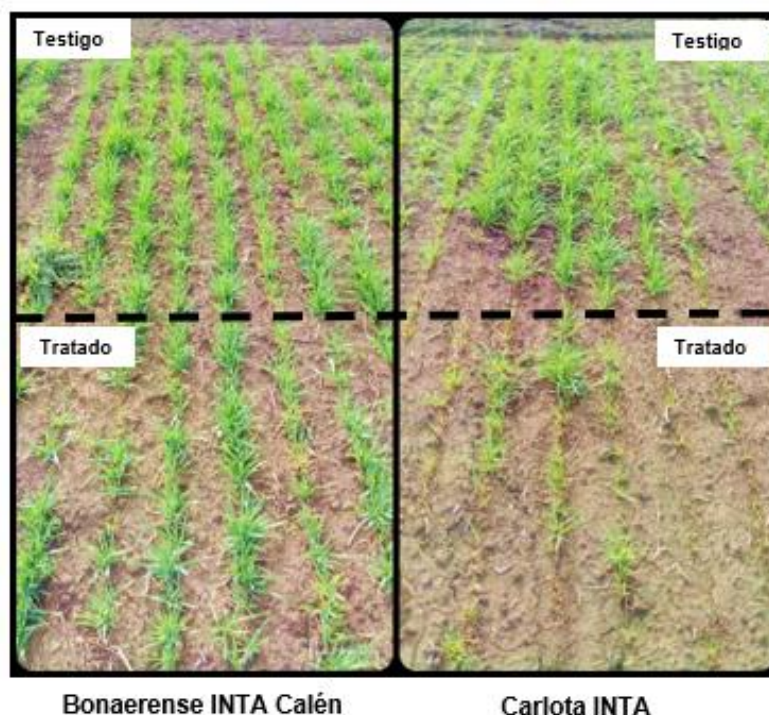


Figura 4. Curvas de dosis-respuesta de biomasa aérea relativa (a 55 días desde la siembra) de cultivares de avena frente a diferentes dosis de sulfometurón-clorimurón. Barras de dispersión indican el error estándar de la media.

Los herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS retrasan el desarrollo de los meristemas apicales en los cultivares de avena sensibles. Por tal motivo los síntomas característicos de fitotoxicidad se manifiestan principalmente en los órganos jóvenes, observándose enanismos de las plantas, escaso desarrollo foliar y/o coloración rojiza, clorosis y posterior muerte en los casos más severos (Figura 5); en casos menos severos se observa acortamiento de los entrenudos, abundante macollamiento y pigmentación verde intensa por el aumento de clorofila en el follaje.



**Figura 5. Biomasa aérea de las variedades de avena Bonaerense INTA Calén y Carlota INTA, cultivadas a campo bajo la dosis 1x de sulfometurón-clorimurón y testigo a los 60 días post-aplicación del herbicida.**

Cabe destacar que, con altos niveles de residuos de herbicidas en los suelos, todos los cultivares estudiados mostraron reducciones en su crecimiento por fitotoxicidad. Por lo tanto, se recomienda tener precaución en el uso de determinadas variedades de avena que son sensibles a la residualidad de herbicidas inhibidores de la ALS/AHAS empleados comúnmente en la rotación con otros cultivos.

Estos resultados cobran relevancia en el marco de un manejo integrado de malezas y tienden a advertir los efectos de la persistencia de herbicidas sobre cultivos sensibles subsiguientes en la rotación. Al establecer programas de manejo de malezas que contemplen la combinación de estrategias de control químico con la adecuada rotación de herbicidas, rotación de cultivos, estrategias de manejo cultural que busquen favorecer el crecimiento del cultivo sobre el de las malezas, la correcta elección del cultivar de avena podría minimizar los riesgos de fitotoxicidad por residualidad de herbicidas. Actualmente, la siembra de cultivos de cobertura en forma anticipada a la cosecha con tecnologías de voleo (aéreas o tipo Altina) revalorizan contar con este tipo de información.

En síntesis, según los resultados de este estudio, en suelos tratados con imazapir-imazamox, se debería evitar el uso de variedades sensibles como Carlota INTA y Marita INTA. Mientras que, variedades con mayor tolerancia al herbicida como Bonaerense INTA Calén y B.I. Aikén permitirían reducir los riesgos de daño por *carryover* de tales herbicidas. En casos donde se utilizó diclosulam antes de la siembra de avena, es preferible evitar la siembra de variedades como Juana INTA y B.I. Maná que resultan sensibles a ese herbicida y recomendar el uso del cultivar B.I. Calén. Asimismo, en suelos donde se empleó sulfometurón-clorimurón, se debería prescindir del uso de variedades sensibles como Bw 130 y Carlota INTA y sembrar variedades tolerantes como B.I. Calén y B.I. Aikén que reducirían los riesgos de daño fitotóxico dentro de determinados rangos de herbicidas en suelo.

Sumado a la información respecto al manejo de las rotaciones de cultivos, la variabilidad intra-específica de la sensibilidad de los materiales de avena a los herbicidas residuales inhibidores de la ALS/AHAS que se estudiaron da la posibilidad de desarrollar líneas de investigación para la selección de aquellos cultivares más tolerantes mediante mejoramiento genético. Los resultados de estos estudios, contribuyen para la elección de materiales a sembrar según su sensibilidad a residuos de herbicidas. Sin embargo, resulta necesario considerar otros aspectos relacionados con las condiciones climáticas (precipitaciones y temperatura), edáficas (pH, textura, materia orgánica) y período entre la aplicación y la siembra del cultivo de avena.



## Trigo HB4: realidades y desafíos para la región semiárida pampeana

F Bruno<sup>1,2</sup>, M Calafat<sup>1</sup>, M Diaz-Zorita<sup>1,2\*</sup>, E Ferrari<sup>1</sup>, ML Molas<sup>1</sup>, A Picca<sup>1</sup>, M Yannicari<sup>1,3</sup>, O Zingaretti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía de la UNLPam, <sup>2</sup>Profesional independiente, <sup>3</sup>CONICET

\*[mdzorita@agro.unlpam.edu.ar](mailto:mdzorita@agro.unlpam.edu.ar)

Este artículo tiene el propósito de contribuir a la discusión de posibles efectos sobre la producción y comercialización del trigo modificado genéticamente HB4, y ha sido desarrollado a partir de información pública de experimentaciones llevadas adelante por equipos técnicos del país y del mundo. Hasta el momento de este análisis, los estudios de producción en condiciones de campo están disponibles en dos publicaciones preparadas por investigadores de la EEA INTA Pergamino, del Centro de Investigaciones y transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (CITNOBA, CONICET), de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA-Pergamino) y del Instituto de Agrobiotecnología del Litoral (Universidad Nacional del Litoral – CONICET, INDEAR/BIOCERES, Rosario) (Gonzalez et al., 2019 y 2020).

### Características de la construcción del inserto del trigo HB4

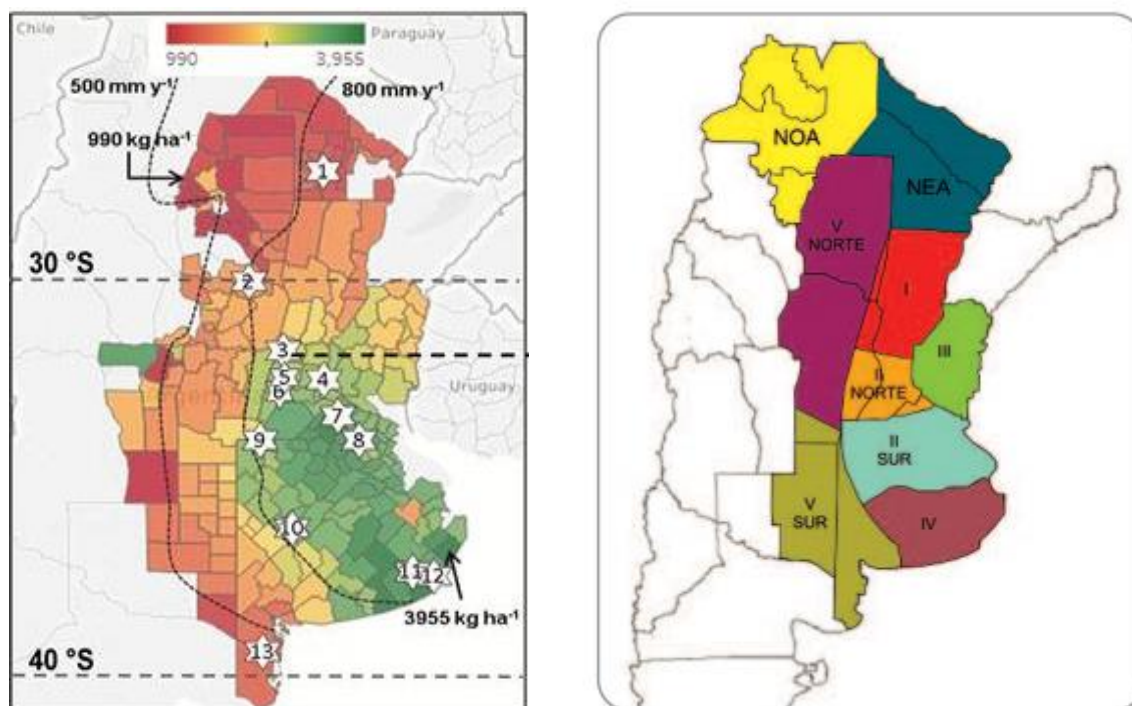
El gen HaHB4 (*Helianthus annuus* homeobox 4), natural de girasol, codifica para el factor de transcripción HaHB4, perteneciente a la subfamilia HD-Zip I, cuya expresión está positivamente regulada por estreses abióticos (hídrico y salino), bióticos y por la presencia de las hormonas ácido abscísico, etileno y ácido jasmónico. En girasol, HaHB4 se expresa naturalmente en niveles muy bajos, pero estos niveles suben abruptamente cuando las plantas se enfrentan a condiciones de estrés hídrico, salino, oscuridad o frente al ataque de insectos, constituyendo uno de los pilares de la planta en su defensa contra factores ambientales.

La expresión de esta construcción HB4 está regulada por un promotor del gen de ubiquitina (Ubi-1) de maíz, que se expresa de manera permanente en la célula. Las características de este promotor le confieren la capacidad de expresarse en todos los tejidos de la planta y de manera constitutiva, de manera tal que no necesita de un evento de estrés hídrico para activarse. Como no es un gen que se active en estrés, sino que el transgén esta siempre expresado, el cultivo estará respondiendo de manera continua como si estuviera frente a condiciones de estrés, aun cuando estas situaciones no están presentes. Estrategias modernas de intervención para lograr tolerancia en situaciones de estrés prefieren el uso de promotores que se inducen frente estas condiciones y que se expresan en los tejidos de la planta comprometidos en esta respuesta.

Por otra parte, para la selección de las plantas transformadas a partir de su resistencia a herbicidas basados en glufosinato de amonio, el trigo HB4 también cuenta con el gen bar, que codifica para la enzima fosfinotricina acetil-transferasa (PAT), y aporta a la planta el fenotipo de tolerancia a estos herbicidas. Este atributo, en principio presente como marcador para permitir la selección de aquellos genotipos portando el transgén, permitiría también su aplicación para el control de malezas. También, el trigo HB4 presenta en su construcción la secuencia codificante de la  $\beta$ -lactamasa de *E. coli* (bla), que actúa como un marcador de selección que confiere resistencia a antibióticos  $\beta$ -lactámicos como ampicilina. El gen bla es necesario para la construcción del inserto, pero su presencia en el inserto no hace a la tolerancia a sequía. De acuerdo a lo normado por la agencia reguladora europea EFSA, su presencia limita el cultivo a la experimentación contenida y no lo permite para su empleo con propósitos comerciales.

### Antecedentes de la contribución a la producción del trigo HB4

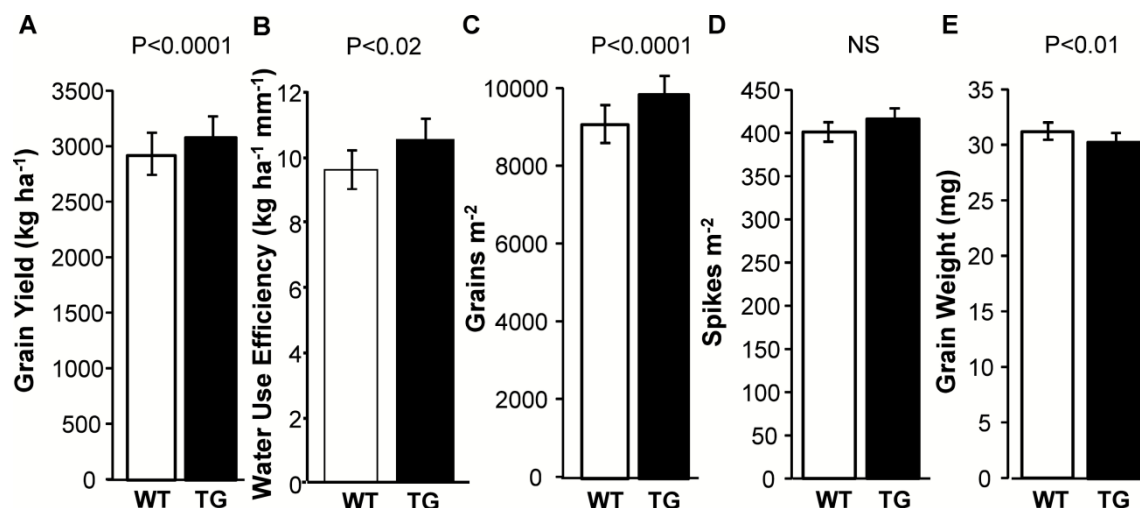
Se analizó la información de 37 experimentos realizados entre 2009 y 2017 (Gonzalez et al., 2019) en 13 localidades de la Argentina (Figura 1a). La provincia de La Pampa se enmarca en la Subregión triguera V Sur (Figura 1b) donde una sola localidad aledaña a Villalonga (Partido de Patagones, Buenos Aires). El objetivo principal de los experimentos fue la comparación entre el cultivar Cadenza (WT) y la línea IND-ØØ412-7 (GM) con los eventos transgénicos asociados a HB4. El cultivar Cadenza es un trigo europeo de primavera de ciclo muy largo, seleccionado por su potencial panadero, no así por su potencial de producción de granos y ampliamente utilizado en investigaciones y transgénesis. Este genotipo no está adaptado ni registrado para su cultivo comercial en Argentina. Para incrementar las probabilidades de exposición de los cultivos a condiciones de estrés por deficiencia de agua o por altas temperaturas durante estadios reproductivos, en todos los sitios se demoró aproximadamente en 10 la fecha de siembra alcanzando a postergar en promedio 19 días la fecha de floración con respecto a la habitual de cada localidad.



**Figura 1:** a. Localidades donde se desarrollaron ensayos del trigo HB4: 1, Charata; 2, Gutemberg; 3, Landeta; 4, Roldán; 5, Monte Buey; 6, Corral de Bustos; 7, Pergamino; 8, Carmen de Areco; 9, Villa Saboya; 10, Daireaux; 11, Balcarce; 12, Camet; 13, Villalonga. Los colores describen los rendimientos medios de trigo según la organización política dentro de cada provincia y las líneas punteadas muestran isohietas de precipitaciones. b. Ecoregiones trigueras en Argentina.

La producción de granos varió entre 711 y 10201 kg/ha para el cv. Cadenza y entre 1013 y 9515 kg/ha para el cv IND-ØØ412-7. Considerando cada localidad y año como ambientes, al realizar el análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación del rendimiento de granos de los cvs Cadenza e IND ØØ412-7 se describieron diferencias significativas entre ambos materiales ( $p < 0,001$ ). En promedio de todos los experimentos, cv. IND-ØØ412-7 superó a Cadenza en un 6 %, equivalente a 203 kg/ha ( $p < 0,01$ ). Esta diferencia de producción fue independiente ( $p < 0,25$ ) de la productividad media alcanzada en cada sitio de estudio sugiriendo que el aporte de esta modificación genética no estaría asociada significativamente a la intensidad de limitaciones abióticas. Teniendo en cuenta todo el conjunto de datos, la eficiencia del uso del agua en términos de rendimiento de grano ajustado por la precipitación total fue 9,4 % mayor ( $p < 0,02$ ) para el cv. IND-ØØ412-7 (10,5 kg/ha.mm) que para el cv. Cadenza (9,6 kg/ha.mm).

El análisis de regresión estableció que la mayor parte de la variación del rendimiento de grano se explica por la variación registrada en el número de granos (92 %;  $P < 0,001$ ), y en menor medida por la variación registrada en el peso de grano individual (36 %;  $P < 0,001$ ). En promedio para todos los sitios evaluados, el número de granos producidos fue 8 % mayor con el material IND-ØØ412-7 que con el cv. Cadenza. Si bien el cultivar con la transformación genética mostró 3% más de espigas que el cultivar convencional estas diferencias no fueron significativas. En contraposición, el peso de grano individual de IND-ØØ412-7 fue 3% menor en comparación con el de los granos de Cadenza (Figura 2).

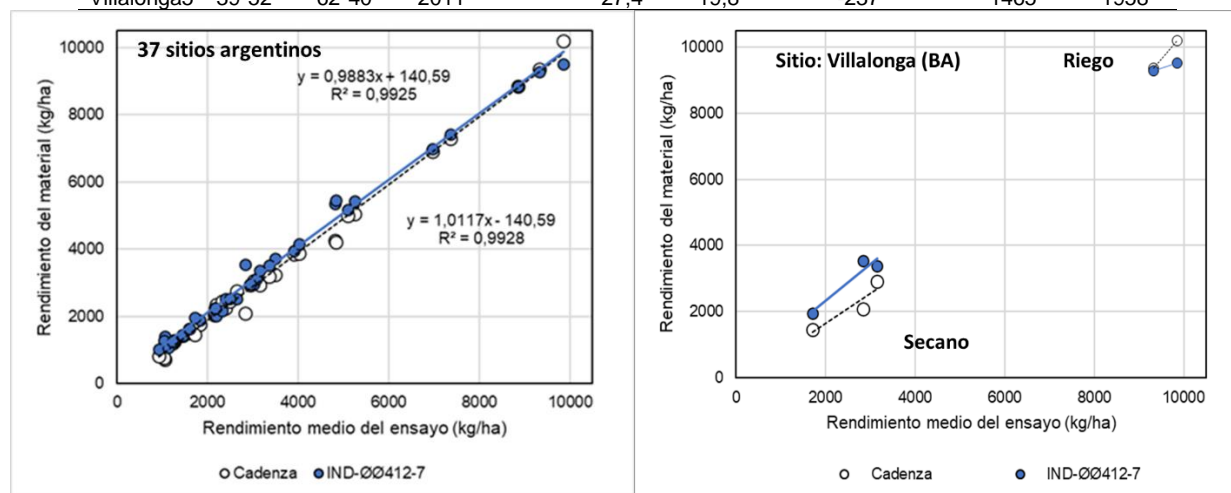


**Figura 2.** Rendimiento de grano y componentes de rendimiento en trigo WT cv. Cadenza y GM cv. IND-ØØ412-7. Rendimiento de grano (A), eficiencia del uso del agua (B), granos m<sup>-2</sup> (C), espigas m<sup>-2</sup> (D), peso individual por grano (E) del trigo Cadenza (WT) e IND-ØØ412-7 (GM). Los datos corresponden a 37 experimentos (tomado de Gonzalez et al., 2019).

De los sitios donde se realizaron ensayos a nivel nacional, solo la localidad de Villalonga (Prov. de Buenos Aires) pertenece a la región ecológica V Sur, dentro de la cual se encuentra la provincia de La Pampa. En consecuencia, se analiza particularmente los datos en esta localidad (Tabla 1). En la Tabla 3, se presentan los rendimientos de Villalonga, en orden creciente, del año 2009, 2010 y 2011. Cabe destacar que en el 2009 y 2010 se utilizaron ensayos a secano y bajo riego, en estos últimos se lograron rendimientos promedios de 9320 y 9858 kg ha<sup>-1</sup>. Si solo consideramos los ambientes de Villalonga sin riego, para poder hacer un paralelismo con nuestras condiciones de cultivo, en promedio el material con la transformación HB4 logró un incremento promedio de rendimiento de 801 kg/ha e independientemente de la productividad media del ensayo (Figura 3).

**Tabla 1.** Rendimiento de grano de trigo de los cv. Cadenza e IND-ØØ412-7 en la localidad de Villalonga (Buenos Aires) en secano (2009, 2010 y 2011) y bajo riego (2009 y 2010) extraídos de González *et al* (2019).

Sitio	Latitud	Longitud	Año	Manejo	Temperatura (°C)		Balance de agua (mm)	Rendimiento (kg/ha)	
					Máxima	Mínima		WT	GM
Villalonga1	39°52'	62°40'	2009a	Secano	26,1	18,9	-180	2095	3553
Villalonga2	39°52'	62°40'	2009b	Secano	26,1	18,9	-180	2925	3377
Villalonga3	39°52'	62°40'	2010a	Riego	25,8	18,6	-214	9358	9281
Villalonga4	39°52'	62°40'	2010b	Riego	25,8	18,6	-214	10201	9515
Villalonga5	39°52'	62°40'	2011	Secano	27,4	19,8	-237	1465	1958



**Figura 3.** Relación entre los rendimientos de grano de trigo cv. Cadenza e IND-ØØ412-7 en 37 ambientes argentinos descriptos en la figura 1 y específica en la localidad de Villalonga (Buenos Aires) según la productividad media de cada sitio.

Estos resultados muestran mayores rendimientos con el material modificado genéticamente en condiciones de producción de secano con más frecuencia de condiciones de estrés que bajo riego. Sin embargo, no permite cuantificar su aporte frente a situaciones de estrés durante su crecimiento en ambientes de secano representativos de la región semiárida en la provincia de La Pampa. Tampoco se dispone de información local que permita analizar el comportamiento de la introducción de este gen tanto en rendimiento como atributos de calidad panadera con materiales comerciales de uso frecuente en esta región triguera tradicional.

#### **Aspectos de la comercialización del trigo HB4**

Mediante la Resolución 41/2020 (RESOL-2020-41-APN-SABYDR#MAGYP), el Secretario de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca autorizó la comercialización de la semilla de los productos y subproductos derivados de ésta, proveniente del trigo IND-00412-7, y a toda la progenie derivada de los cruzamientos de este material con cualquier trigo no modificado genéticamente, solicitada por la firma Instituto de Agrobiotecnología Rosario S.A. (INDEAR S.A.).

El evento ya contaba con la aprobación por parte de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONIBIA) y del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Mientras que la Secretaría de Mercados Agropecuarios del MAGYP, si bien también lo aprueba, concluye en su dictamen que “De acuerdo al análisis productivo del evento IND-00412-7, se estima que éste proporcionará una nueva alternativa para optimizar el control de malezas en el cultivo de trigo y para aumentar los rendimientos ante situaciones de estrés hídrico. Del análisis comercial y su impacto en las exportaciones se advierte un posible riesgo, ya que el solicitante carece de aprobación comercial en la República Federativa del Brasil, el principal comprador internacional de trigo argentino.” Por ello, en la misma resolución deja claramente establecido que la firma INDEAR S.A. deberá abstenerse de comercializar variedades de trigo con el evento IND-0412-7, hasta tanto obtenga el permiso de importación de la República Federativa del Brasil (país que compra a Argentina el 85% del trigo que consume, y representa aproximadamente el 45% de las ventas argentinas al exterior).

Además de Brasil, hay 88 destinos internacionales para los granos y harinas de trigo producidas en Argentina. Por lo tanto, hasta tanto la aprobación de este evento no se generalice, es necesario disponer de un sistema comercial tal que permita separar y controlar eficientemente la trazabilidad de los granos tal de evitar restricciones en el sostenimiento de las exportaciones del complejo triguero convencional.

#### **Referencias**

- González FG, Capella M, Ribichich KF, Curín F, Giacomelli JI, Ayala F, Watson G, Otegui ME y Chan RL. 2019. Field-grown transgenic wheat expressing the sunflower gene HaHB4 significantly outyields the wild type. *Journal of Experimental Botany* 70: 1669–1681.
- González FG, Rigalli N, Miranda PV, Romagnoli M, Ribichich KF, Trucco F, Portapila M, Otegui ME y Chan RL. 2020. An interdisciplinary approach to study the performance of second-generation genetically modified crops in field trials: A case study with soybean and wheat carrying the sunflower HaHB4 transcription factor. *Frontiers in Plant Science* 11, article 178. doi.org/10.3389/fpls.2020.00178.



## Estimulantes y microorganismos mejoradores del crecimiento aplicados en tratamientos de semillas de trigo

E. Gallace<sup>1\*</sup>, L. Dalmasso<sup>1</sup>, M. Diaz-Zorita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía de la UNLPam [\\*gallace@agro.unlpam.edu.ar](mailto:gallace@agro.unlpam.edu.ar)

Los estimulantes y fertilizantes biológicos muestran un activo crecimiento en sus estudios y aplicaciones derivadas a la producción de cultivos. En trigo se reconocen mejoras y cambios en el crecimiento de las plantas en presencia de algunos microorganismos rizosféricos y en respuesta a la aplicación de señales o estímulos exógenos. Algunas investigaciones destacan mejoras en la adaptación de las plantas frente a condiciones de estrés en diferentes estadios del cultivo resultando en mayor crecimiento de raíces. Sin embargo, son escasos los estudios que comparan la contribución sobre la formación del rendimiento del cultivo en respuesta a la aplicación de formulaciones biológicas conteniendo microorganismos promotores del crecimiento de las plantas - PGPM (según sus siglas en inglés, *plant growth promoting microbes*) – o de estimulantes con metabolitos también con actividad biológica sobre el crecimiento de las plantas. El objetivo de este estudio fue describir cambios en el crecimiento y en la formación del rendimiento de trigo según tratamientos de semillas con microorganismos PGPM y con metabolitos estimulantes del crecimiento en condiciones de producción en un sitio representativo de la región semiárida pampeana central.

El ensayo se condujo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam (Ruta Nacional 35 Km. 334, Santa Rosa, La Pampa) en un suelo clasificado como Haplustol Petrocálcico con presencia de tosca a más de 80 cm de profundidad. El 23 de junio del 2020 se sembró la variedad ADM Nandubay bajo prácticas de control mecánico y químico de malezas en el barbecho. Simultáneamente a la siembra se aplicaron en cobertura (al voleo) 200 kg/ha de fosfato diamónico (18:46:0) y 300 kg/ha de urea (46:0:0). Los tratamientos de semillas se realizaron dentro de las 24 hs de instalación del ensayo contemplando las recomendaciones de uso provistas por las empresas que proveyeron de las formulaciones, tanto comerciales como experimentales. No se aplicaron otros tratamientos a las semillas. Los tratamientos se dispusieron con un diseño experimental en bloques al azar, en parcelas de 7 hileras de 1,5 m de ancho x 6 m de largo.

Durante el crecimiento del trigo se determinó, con la aplicación Canopeo®, la cobertura foliar verde a los 43, 83, 93 y 98 días de la siembra (dds). A partir de antesis se midió la intensidad de color verde (lecturas con clorofilómetro SPAD) en la hoja bandera a los 126, 140, 146, 154 dds y de la hoja inferior a la hoja bandera a los 126 y 140 dds. En estadios de madurez fisiológica se realizó el recuento de espigas por unidad de superficie y se realizó la cosecha y trilla manual de las parcelas. Se determinó el peso individual de los granos, el rendimiento en granos y la concentración de proteínas de estos por el método NIR. El número de granos cosechados se calculó a partir del cociente entre el rendimiento y el peso individual de los granos.

Se evaluaron 7 tratamientos biológicos y 2 tratamientos con estimulantes, cada uno con 4 repeticiones y el control sin tratamiento de semilla con 8 réplicas (2 en cada bloque):

- T0: Control
- T1: *Gluconoacetobacter diazotrophicus*
- T2: *Bacillums amyloquefaciens*
- T3: *Pseudomonas fluorescens*
- T4: *Bacillus simplex*
- T5: *Azospirillum brasilense* (formulación 1)
- T6: *Azospirillum brasilense* (formulación 2)
- T7: *Azospirillum brasilense* + *Trichoderma harzianum*
- T8: Zn + hormonas
- T9: Zn + metabolito PGA (ácido piroglutámico).

Para el análisis de los resultados se consideró el promedio de los tratamientos biológicos (T1 a T7) y con estimulantes (T8 y T9) y de los controles (T0) para cada bloque. Se realizaron análisis de la varianza y prueba de diferencia mínima significativa entre las medias.

Algunas de las características de los microorganismos y compuestos estimulantes utilizados son:

- *Ácido piroglutámico*: metabolito análogo funcional del 2-oxoglutamato que aplicado sobre las hojas mejora la tasa de fijación del carbono, la asimilación del nitrógeno y el crecimiento de las plantas. En tratamientos de semillas de trigo, de vicia, de maíz y de soja anticipó la aparición de las radículas y aumentó el peso seco radicular y de la parte aérea de las plántulas.
- *Azospirillum brasilense*: Bacteria microaerofila, Gram negativa que se desarrolla en vida libre en el suelo de forma asociativa con raíces. Su importancia radica en su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y en la producción de fitohormonas, principalmente auxinas, y otros reguladores del crecimiento vegetal, que mejoran el crecimiento inicial de la plántula.
- *Bacillus amyloquefaciens*: Bacteria aerobia, Gram positiva con capacidad de formar endosporas ante condiciones adversas. Su importancia radica en su capacidad de conferir tolerancia a estrés a plántulas. Además, posee otras propiedades de promoción del crecimiento como su capacidad de solubilizar fósforo, producción de fitohormonas y como agente de biocontrol frente a varios fitopatógenos.
- *Bacillus simplex*: Bacteria aerobia, Gram positiva con capacidad de formar endosporas. Sus características de promoción del crecimiento involucran la capacidad de solubilizar fósforo, secreción de fitohormonas como auxinas y producción de sideróforos. Además, es utilizada como antagonista para el control fúngico.
- *Gluconoacetobacter diazotrophicus*: Bacteria aerobia, Gram negativa reconocida por su modo de vida endófito. Su importancia radica en realizar el proceso de fijación biológica del nitrógeno tanto en vida libre como en condiciones microaerofilia dentro de la planta. Posee además otras propiedades de promoción del crecimiento tales como son la capacidad de producir fitohormonas (ácido indol acético y ácido giberélico), solubilizar nutrientes (fósforo y zinc) y actividad antagonista frente a patógenos.
- *Pseudomonas fluorescens*: Bacteria aerobia, Gram negativa, con gran capacidad de adaptarse a diferentes tipos de suelos y colonizar rizosfera. Dentro de sus propiedades de promoción de crecimiento produce fitohormonas y solubiliza fósforo. Posee capacidad antagonista a través de la síntesis de sideróforos y de biocontrolador de patógenos.
- *Trichoderma harzianum*: Hongo con amplia capacidad de colonizar raíces. Produce metabolitos secundarios que tienen efectos positivos sobre la nutrición y crecimiento de las plantas y tolerancia a estrés abiótico. Puede actuar como agente de control biológico contra patógenos por su capacidad de producir antibióticos y enzimas antifúngicas.

## Resultados

La evolución de la cobertura del canopeo durante estadios de crecimiento previos a la antesis de trigo, no mostró diferencias entre los tratamientos de semillas tanto biológicos como con estimulantes y el control sin la aplicación de tratamientos de semillas. Estos valores fueron en promedio para los tratamientos estudiados del 3% a los 43 días desde la siembra (dds), 30% a los 83 dds, 67% a los 93 dds y alcanzó el máximo de 85% a los 98 dds.

La intensidad del color verde de la hoja bandera mostró diferencias entre los tratamientos evaluados en comparación con el control (Tabla 1). Se observó que, en los tratamientos con aplicación de microorganismos o estimulantes, la concentración aparente de nitrógeno (mayores valores en las lecturas del índice SPAD) fue superior que en el control a partir de los 146 días desde la siembra. En ese momento, el promedio de los tratamientos con microorganismos mostró mayor contenido aparente de N foliar que el promedio de los estimulantes.

Tabla 1. Evolución de la intensidad del color verde (%) en la hoja bandera (HB) e inmediata inferior (HB-1) de cultivos de trigo según tratamientos biológicos o con estimulantes mejoradores del crecimiento. Promedio de 7 formulaciones conteniendo microorganismos y 2 formulaciones con estimulantes biológicos. Letras diferentes en sentido vertical muestran diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos de semillas. dds = días desde la siembra.

	HB								HB-1			
	126 dds		140 dds		146 dds		154 dds		126 dds		140 dds	
<b>Control</b>	54,7	A	53,7	A	48,9	C	6,8	B	55,8	A	50,6	A
<b>Biológicos</b>	54,2	B	53,8	A	55,8	A	11,1	A	57,2	A	49,8	A
<b>Estimulantes</b>	54,1	B	53,6	A	54,3	B	10,0	A	56,9	A	48,7	A

Los rendimientos de trigo variaron entre 1600 y 2554 kg/ha mostrando diferencias entre los tratamientos estudiados. La respuesta media en producción de granos fue de 100 kg/ha (5,5 % sobre el control) y de casi 300 kg/ha (16,1 % sobre el control) al aplicar microorganismos mejoradores del crecimiento o estimulantes, respectivamente. Las diferencias medias en producción se relacionaron fundamentalmente con una mayor cantidad de granos cosechados a partir de la mayor formación de espigas (Tabla 2). El peso individual de los granos no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. La concentración de proteínas en los granos fue inferior al aplicar estimulantes sin presencia de microorganismos promotores del crecimiento (Tabla 2).

Tabla 2. Componentes del rendimiento, producción y calidad de granos de trigo según tratamientos biológicos o con estimulantes mejoradores del crecimiento. Promedio de 7 formulaciones conteniendo microorganismos y 2 formulaciones con estimulantes biológicos. Letras diferentes en sentido vertical muestran diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos de semillas. dds = días desde la siembra

	Espigas/ m <sup>2</sup>		Granos/ m <sup>2</sup>		Peso de granos (mg/grano)		Rendimiento (kg/ha)		Proteínas (%)	
<b>Control</b>	409	A	9834	C	18,5	A	1815	C	18,9	A
<b>Biológicos</b>	478	AB	10413	B	18,5	A	1916	B	18,6	AB
<b>Estimulantes</b>	449	B	11088	A	19,0	A	2107	A	18,3	B

En las condiciones de este estudio interpretamos que la aplicación en el tratamiento de semillas de trigo de mejoradores del crecimiento permite una mayor formación de estructuras reproductivas que resultan en aumentos en la cantidad de granos cosechados. Además, la inclusión de microorganismos mantiene un mejor estado nitrogenado de las hojas durante el llenado de los granos evitando la dilución en el contenido de proteínas resultante de la respuesta en producción del cultivo. Estos estudios validan la contribución de mejoradores del crecimiento a la formación del rendimiento de trigo en ambientes de secano representativos de la región semiárida pampeana central.

**Agradecimientos:** A las empresas Arbo, Indigo, Novozymes, Stoller, Verdesian e YPF Agro y que facilitaron los productos utilizados en este estudio, al INTA Anguil por el análisis de concentración de proteínas y a Alexandra Dillchneider, Nuria Kuhn, María Luz Cazenave, Hugo Kaus, Oscar Moreno, Osvaldo Zingaretti de la Facultad de Agronomía de la UNLPam por sus aportes en la instalación, conducción y trilla de los ensayos.

## El tratamiento de semillas con *Azospirillum brasilense* aumenta el rendimiento en grano del trigo

E. Gallace<sup>1</sup>, L. Dalmasso<sup>1</sup>, M. Diaz-Zorita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía de la UNLPam [\\*gallace@agro.unlpam.edu.ar](mailto:gallace@agro.unlpam.edu.ar)

*Azospirillum brasilense* es uno de los microorganismos promotores del crecimiento de plantas (PGPM según sus siglas en inglés, *plant growth promoting microbes*) más estudiados en cultivos de gramíneas. Se caracteriza por ser una bacteria de vida libre asociada con las raíces de las plantas. Se han reportado diferentes mecanismos de acción de *Azospirillum spp.* sobre los procesos de germinación y crecimiento temprano, debido principalmente a la producción de diferentes fitohormonas que modifican la arquitectura de las raíces, estimulando el mayor desarrollo de pelos radicales, contribuyendo a mejorar la eficiencia en el uso del agua y el aprovechamiento de la fuente de nutrientes de las que disponen las plantas. Las mejores condiciones de crecimiento inicial conducirían a un mayor número de granos y por consiguiente a un probable aumento del rendimiento. El objetivo de este estudio fue describir cambios en el crecimiento y en la formación del rendimiento de trigo según tratamientos de semillas con inoculantes a base de *Azospirillum brasilense* en condiciones de producción en un sitio representativo de la región semiárida pampeana central.

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam (Ruta Nacional 35 Km. 334, Santa Rosa, La Pampa) en un suelo clasificado como Haplustol Petrocálcico con presencia de tosca a más de 80 cm de profundidad. El 23 de junio del 2020 se sembró la variedad ADM Nandubay bajo prácticas de control mecánico y químico de malezas en el barbecho. Simultáneamente a la siembra se aplicaron en cobertura (al voleo) 200 kg/ha de fosfato diamónico (18:46:0) y 300 kg/ha de urea (46:0:0).

Durante el crecimiento del trigo se determinó, con la aplicación Canopeo®, la cobertura foliar verde a los 43, 83, 93 y 98 días de la siembra (dds). A partir de antesis se midió la intensidad de color verde (lecturas con clorofilómetro SPAD) en la hoja bandera a los 126, 140, 146, 154 dds y de la hoja inferior a la hoja bandera a los 126 y 140 dds. En estadios de madurez fisiológica se realizó el recuento de espigas por unidad de superficie y se realizó la cosecha y trilla manual de las parcelas. Se determinó el peso individual de los granos, el rendimiento en granos y la concentración de proteínas de estos por el método NIR. El número de granos cosechados se calculó a partir del cociente entre el rendimiento y el peso individual de los granos.

Los tratamientos con aplicación de *Azospirillum brasilense* cepa INTA Az39 a razón de 10 ml/kg de semillas se realizaron inoculando las semillas dentro de las 24 hs previas a la siembra. La siembra se realizó en parcelas de 7 hileras de 1,5 m de ancho x 6 m de largo dispuestas en un diseño en bloques completos aleatorizados con 8 réplicas. Se realizaron análisis de la varianza y prueba de diferencia mínima significativa entre las medias de las evaluaciones.

### Resultados

La evolución de la cobertura del canopeo durante estadios de crecimiento previos a la antesis del trigo, no mostró diferencias entre los tratamientos de semillas control y con la aplicación de *Azospirillum brasilense*. Estos valores fueron en promedio para los tratamientos estudiados del 3% a los 43 días desde la siembra (dds), 30% a los 83 dds, 67% a los 93 dds y alcanzó el máximo de 85% a los 98 dds.

La intensidad del color verde de la hoja bandera mostró diferencias entre los tratamientos biológicos en comparación con el control al avanzar el estadio de llenado de los granos (Tabla 1). Se observó que en los tratamientos con aplicación de *Azospirillum brasilense*, la concentración aparente de nitrógeno (mayores valores en las lecturas del índice SPAD) fue superior que en el control a partir de los 146 días desde la siembra.

Tabla 1. Evolución de la intensidad del color verde (%) en la hoja bandera (HB) e inmediata inferior (HB-1) de cultivos de trigo según tratamientos de semillas con *Azospirillum brasilense* y controles. Letras diferentes en sentido vertical muestran diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos de semillas. dds = días desde la siembra.

	HB								HB-1			
	126 dds		140 dds		146 dds		154 dds		126 dds		140 dds	
<b>Control</b>	54,5	A	53,8	A	51,3	A	8,2	A	55,7	A	50,5	A
<b>Tratado con <i>Azospirillum brasilense</i>.</b>	54,4	A	53,9	A	53,4	B	9,7	B	56,5	A	50,0	A

Los rendimientos de trigo variaron entre 1309 y 2439 kg/ha mostrando diferencias entre los tratamientos de inoculación. Al tratar las semillas con formulaciones conteniendo *Azospirillum brasilense* la producción media de granos fue de 138 kg/ha (7,6 %) mayor que el control sin la aplicación de este microorganismo. Las diferencias medias en producción se relacionaron fundamentalmente con una mayor cantidad de granos cosechados y en particular por la mayor fertilidad de las espigas en los cultivos inoculados que por mejoras en la formación de espigas (Fig.1). Tanto el peso individual de los granos como la concentración de proteínas no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Fig.1).

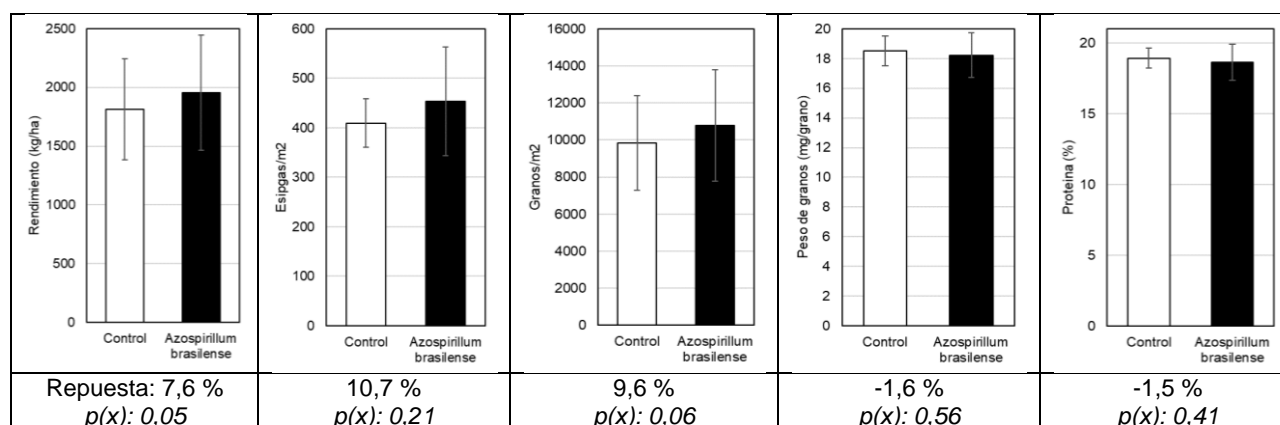


Fig 1. Componentes del rendimiento, producción y calidad de granos de trigo según tratamientos de semillas con *Azospirillum brasilense*. Las barras muestran el error estándar de la media, la respuesta es el cociente entre la diferencia entre tratamientos y el control sin inocular, p(x) indica la significancia de la comparación entre los promedios de los tratamientos con la prueba de diferencia mínima significativa.

Los resultados descriptos validan la contribución de la aplicación de formulaciones líquidas conteniendo *Azospirillum brasilense* en tratamientos de semillas a la producción del trigo. Sus aportes en la formación del rendimiento se explican por mejoras en el crecimiento durante estadios de definición del número de granos tal de lograr mayor fertilidad de espigas y mantener la actividad fisiológica durante el llenado de los granos. En las condiciones de este estudio, representativas de un sitio de la región semiárida pampeana, inocular semillas de trigo con *Azospirillum brasilense* explicó aumentos de casi 140 kg/ha (7,6%) en el rendimiento alcanzado por el cultivo.

**Agradecimientos:** A Alexandra Dillchneider, Nuria Kuhn, María Luz Cazenave, Hugo Kaus, Oscar Moreno, Osvaldo Zingaretti de la Facultad de Agronomía de la UNLPam por sus aportes en la instalación, conducción y trilla de los ensayos.



## Calidad de granos de trigo en relación con densidades de siembra y ciclos de crecimiento del cultivo en la región semiárida pampeana

F. Morelli, T. Jauge, O. Zingaretti y C. Gaggioli\*

Facultad de Agronomía UNLPam \* [cgaggioli@agro.unlpam.edu.ar](mailto:cgaggioli@agro.unlpam.edu.ar)

El trigo está ampliamente difundido en la región semiárida pampeana (RSP) y la correcta elección de la densidad de siembra es uno de los factores clave a considerar para maximizar la eficiencia de producción del cultivo. Los estudios de densidad en trigo destacan la plasticidad fenotípica y capacidad compensatoria del rendimiento de esta especie ante un amplio rango de densidades. No obstante, este rango varía en función del ambiente explorado por el cultivo (por ejemplo, fecha de siembra), el cultivar y la oferta de agua y de nutrientes.

El efecto de la densidad de siembra en la calidad de grano ha sido menos estudiado. En general, hay una correlación inversa entre rendimiento y los contenidos de proteínas en los granos que puede encubrir el efecto de diferencias en la densidad de siembra sobre estos atributos del cultivo. Algunos estudios sobre los efectos de cambios en la densidad de siembra de trigo describen aumentos de la cantidad de nitrógeno en los granos principalmente al disminuir las poblaciones del cultivo e independientemente del rendimiento alcanzado. En cuanto al efecto de la densidad de cultivos sobre el peso hectolítrico (PH) de los granos, hay estudios que indican una relación positiva entre ambos, mientras que otros no describieron diferencias en el PH asociadas a un amplio rango de plantas cultivadas.

Para estudiar los efectos de la densidad de siembra en el rendimiento y calidad de trigo, en la campaña 2018 se realizaron tratamientos con poblaciones de 120 a 300 plantas/m<sup>2</sup>, en dos localidades de la provincia de La Pampa (Parera y Santa Rosa) representativas de ambientes productivos de la región semiárida y diferenciadas principalmente por el tipo de suelo. En Parera, sobre un suelo de textura arenosa franca y 0,90 % de materia orgánica (MO), se sembró la variedad ACA 315. Por otra parte, en Santa Rosa, se evaluaron dos genotipos de distinto ciclo sembrados en su fecha correspondiente, ACA 315 (CL) y Klein Rayo (CC). Allí el suelo es de textura franco-arenosa con 2,75 % de MO. Se midió producción de materia seca y grano, componentes del rendimiento, concentración de proteína y PH. En Santa Rosa también se registró la evolución de la intercepción de radiación.

Al comparar los genotipos se destaca la menor intercepción de radiación incidente del trigo CC respecto al CL en todos los estados fenológicos. Respecto a las densidades, para el CL la densidad más alta presentó mayor intercepción respecto a las demás en las etapas de macollaje y encañazón. En el CC, en cambio, la densidad menor alcanzó menor intercepción durante todo el ciclo (Figura 1).

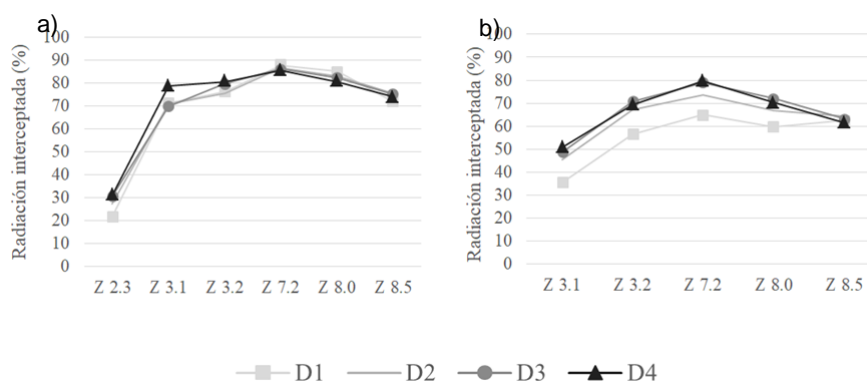


Figura 1: Radiación interceptada por el canopeo según densidad y estado fenológico, para a) trigo ciclo largo y b) trigo ciclo corto, en Santa Rosa. D1: 130 plantas/m<sup>2</sup>, D2: 184 plantas/m<sup>2</sup>, D3: 258 plantas/m<sup>2</sup>, D4: 305 plantas/m<sup>2</sup>.

Al analizar las variables productivas en Santa Rosa se observó que el trigo CL acumuló más MS en antesis y madurez fisiológica respecto al CC, debido posiblemente, al más prolongado período de macollaje y la mayor intercepción de radiación (Figura 1). No obstante, el menor follaje del CC pudo favorecer su eficiencia de uso de la radiación al mejorar su distribución en el canopeo, resultando en una mayor partición a granos y similares rendimientos que el CL.

Ambos ciclos de crecimiento tuvieron un comportamiento semejante al cambiar la densidad, por lo que el promedio de estos está en la Tabla 1. Se observó que la densidad de 305 plantas/m<sup>2</sup> presentó mayor producción de MSa respecto a la de 130 plantas/m<sup>2</sup>, lo cual está en relación con los registros de intercepción de la radiación. Estos resultados coinciden con la bibliografía y demuestran que las densidades altas se asocian a más rápido crecimiento vegetativo y cobertura del suelo, lo que resulta ventajoso en la competencia

con malezas y disminución de la fracción de la evapotranspiración del cultivo que corresponde a la evaporación directa del suelo. Sin embargo, estas diferencias en MS se diluyeron en el transcurso del ciclo del cultivo y no se apreciaron en la *MS<sub>mf</sub>*.

El índice de cosecha (IC) fue mayor en los tratamientos con densidades intermedias (D3 y D2), mientras que las densidades extremas (1 y 4) fueron menos eficientes en la partición de MS a los granos. En el caso de la menor densidad de siembra (D1) puede deberse al menor crecimiento general observado por una menor formación de espigas/m<sup>2</sup> derivada de una limitada producción de macollos insuficiente para compensar la menor cantidad de plantas cultivadas. Mientras que en la densidad mayor (D4), el mayor crecimiento vegetativo pudo incrementar el consumo de agua respecto a densidades más bajas disminuyendo su disponibilidad en etapas críticas para la definición del número de granos.

En relación con lo mencionado, los mayores rendimientos se obtuvieron con las densidades intermedias (D2 y D3) sin observarse diferencias significativas entre estos. Estos resultados difieren de los obtenidos en otras evaluaciones con similares rangos de densidades que no modificaron el rendimiento. Las diferencias pueden radicar en variaciones en la cantidad y distribución de las precipitaciones en la RSP, que modulan la capacidad de compensación de los distintos componentes del rendimiento de trigo, así como también a diferencias en la plasticidad de los cultivares analizados.

Si bien se ha reportado un aumento del PH de trigo a medida que aumenta el número de plantas/m<sup>2</sup>, esto no pudo comprobarse en este estudio ya que no se hallaron diferencias significativas en PH entre los tratamientos. A igual nivel de N se espera que el porcentaje de proteína en grano sea menor cuando aumenta el rendimiento, sin embargo, esto no ocurrió cuando la densidad fue el factor de variación. La densidad mayor presentó menores valores medios de proteínas aún sin alcanzar los mayores rendimientos (Tabla 1). Lo cual podría deberse entre otros elementos a una mayor competencia o partición del N entre plantas y entre estructuras limitando la eficiencia para removilizar este elemento desde la biomasa acumulada en antesis a los granos. En coincidencia con otros estudios, también se describió una mayor concentración de N en los granos al reducirse la población del cultivo.

Tabla 1: Materia seca en antesis (*MS<sub>a</sub>*), materia seca a madurez fisiológica (*MS<sub>mf</sub>*), índice de cosecha (IC), rendimiento en grano, peso de mil granos (PMG), granos por m<sup>2</sup>, peso hectolitro (PH) y proteína, para cada densidad, en Santa Rosa. D1: 130 plantas/m<sup>2</sup>, D2: 184 plantas/m<sup>2</sup> D3: 258 plantas/m<sup>2</sup> D4: 305 plantas/m<sup>2</sup>.

Densidad	<i>MS<sub>a</sub></i> (kg ha <sup>-1</sup> )	<i>MS<sub>mf</sub></i> (kg ha <sup>-1</sup> )	IC	Rdto (kg ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	granos m <sup>-2</sup>	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	Proteína (%)
1	6625 b	9913 a	0,35 b	3796 b	38,9 a	9659 b	81,9 a	11,4 a
2	7519 ab	9581 a	0,39 ab	4299 a	39,0 a	11073 a	82,0 a	11,4 a
3	7300 ab	9413 a	0,40 a	4225 a	38,7 a	10775 a	81,6 a	10,9 ab
4	7619 a	10156 a	0,35 b	3942 ab	38,6 a	10080 ab	81,9 a	10,2 b

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las variables medidas para las distintas densidades de trigo en la localidad de Parera donde se observa que la producción de MS y de grano fueron inferiores a lo obtenido con la misma variedad en Santa Rosa (Tabla 1). Las diferencias pudieron deberse a menores precipitaciones en pre-antesis y la baja disponibilidad de N que presenta el suelo de textura arenosa franca. Asimismo, la falta de humedad en macollaje, pudo disminuir la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado. En consecuencia, el trigo CL en Parera tuvo menor número de espigas/m<sup>2</sup>, al generar menos macollos fértiles que en Santa Rosa. En Parera, los rendimientos según las distintas densidades de siembra no mostraron diferencias significativas (Tabla 2). Frente a condiciones limitantes durante el macollaje los cultivos con menor densidad de siembra habrían accedido a más recursos por planta, compensando con mayor formación de espigas a partir de nuevos vástagos. En este sitio tampoco se hallaron diferencias en PH. La mayor concentración de proteína en los granos fue observada, si bien no fue estadísticamente significativa, tal como en Santa Rosa al sembrar la menor densidad (D1).

Estos resultados validan la capacidad compensatoria en la formación del rendimiento de trigo ante cambios en las densidades de cultivo y oferta de recursos siendo recomendable de considerar en esta decisión no solo los efectos sobre la producción sino también sobre la calidad de los granos. En particular, al superarse densidades de siembra adaptadas a la región se limita la concentración de proteínas de los granos aún en ausencia de mejoras de rendimientos.

Tabla 2: Materia seca en antesis (MSa), materia seca a madurez fisiológica (MSmf), índice de cosecha (IC), rendimiento en grano, peso de mil granos (PMG), granos por m<sup>2</sup>, peso hectolitro (PH) y proteína, para las 3 densidades de trigo evaluadas en Parera. D 1: 129 plantas/m<sup>2</sup>, D2: 221 plantas/m<sup>2</sup>, D3: 302 plantas/m<sup>2</sup>.

Densidad	MSa (kg ha <sup>-1</sup> )	MSmf (kg ha <sup>-1</sup> )	IC	Rdto (kg ha <sup>-1</sup> )	PMG (g)	granos m <sup>-2</sup>	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	Proteína (%)
1	3469 a	8306 a	0,29 b	2789 a	39,6 a	6944 a	86,5 a	10,8 a
2	3374 a	6761 b	0,38 a	2759 a	39,5 a	6882 a	86,5 a	9,8 a
3	3363 a	6322 b	0,38 a	2700 a	38,8 a	6851 a	86,7 a	9,8 a

La bibliografía consultada junto a los resultados de esta evaluación, en la que las condiciones ambientales fueron cotejables con las históricas de cada sitio, permiten recomendar densidades para trigo de 180-250 plantas logradas por m<sup>2</sup>. Poblaciones inferiores presentan el riesgo de tener baja intercepción de la radiación, perdiendo rendimiento con buena disponibilidad de agua y N, y dificultando el control de malezas. Por el contrario, densidades más altas pueden limitar los recursos en los momentos críticos del cultivo perjudicando la fijación de granos, además de disminuir el porcentaje de proteína en grano. Es recomendable seguir con este tipo de estudios, explorando distintas condiciones ambientales y edáficas, así como genotipos que difieran en porte (erecto/rastrero) y estrategia de compensación.

## Respuesta en rendimiento a dosis de nitrógeno y aplicación de fungicida en variedades de trigo comerciales

**A. Dillchneider<sup>1,2\*</sup>, F. Porta Siota<sup>3</sup>, A. Figueruelo<sup>1,3</sup>, D. Funaro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía UNLPam, <sup>2</sup>CONICET, <sup>3</sup>INTA

\* [aledillchneider@agro.unlpam.edu.ar](mailto:aledillchneider@agro.unlpam.edu.ar)

La agricultura atraviesa un contexto de aumento poblacional donde la demanda en cantidad y calidad de alimento son más exigentes. Aun así, se plantean desarrollar sistemas agrícolas más sustentables, que incrementen los rendimientos por unidad de superficie y la eficiencia de uso de los recursos y que reduzcan la degradación y la contaminación del ambiente. En Argentina, la superficie actualmente sembrada con trigo es de unos 6,7 millones de hectáreas, con rendimientos que aumentan a una tasa de 34 kg/ha/año. Sin embargo, el rendimiento real explora el 60 % del rendimiento que potencialmente podría ser alcanzado. Esta brecha es un indicador de la posibilidad de explotar el ambiente aplicando ganancia genética y tecnológica para aumentar los rendimientos. Con el fin de acercarnos al potencial de la especie, y así aumentar la producción, se deberían utilizar genotipos de mayor potencial de rendimiento y adaptados a ambientes específicos. Al mismo tiempo, es necesario maximizar la eficiencia de uso de los recursos a través de un manejo adecuado de la economía del agua, un correcto uso de fertilizantes y disminuir el uso de insumos a través del manejo integrado de plagas.

La región triguera V Sur, en la que se encuentra el área agrícola de la provincia de La Pampa, incrementó en los últimos 5 años un 21,5% la superficie sembrada con trigo alcanzando rendimientos en promedio de 2,6 tn/ha. Ese incremento de superficie estuvo acompañado, la campaña 2019/20, con valores de proteínas de 12,6%.

En la campaña 2020 se realizó un ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Anguil, con el objetivo de evaluar, frente a la aplicación de dosis nitrogenadas y control de enfermedades foliares, el rendimiento de 17 variedades de trigo de distinto grupo de calidad y comportamiento sanitario (Tabla 1) según lo descrito por Campos (comunicación personal 2020). La fecha de implantación se realizó el 5- de junio del 2020 utilizando una densidad de siembra de 220 pl/m<sup>2</sup> y una fertilización inicial con 50 kg/ha PMA (11-52-0), sobre un suelo clasificado como Paleustol petrocálcico de textura franco arenosa, con 1,5 %MO, con 55 kg/ha de nitratos a 0-40 cm de profundidad y 95 mm de agua útil hasta los 120 cm. La cosecha se realizó el 10 de diciembre del 2020, sobre parcelas de 6,5 m<sup>2</sup> de superficie. Durante el ciclo del cultivo se registraron precipitaciones de 339 mm, la temperatura media fue de 13,6°C con variaciones de -9,6 a 40,7 °C.

Sobre cada variedad se establecieron tres niveles de fertilización, testigo (0N), 60 kg/ha (60 N) y 120 kg/ha (120N) aplicadas en macollaje (Z2.3) en forma de urea (46-0-0). Y sobre cada nivel de fertilización el tratamiento con fungicida (CF) y sin fungicida (SF). Se utilizó el fungicida Orquesta Ultra (Epoconazole, Fluxapyroxad, Picoxystrobin) (1 L/ha), aplicado en estado Z3.9. Se realizó una única evaluación de severidad a los 25 días luego de aplicado sobre Hb y Hb-1 según escala de Cobb modificada por Peterson. El diseño experimental fue en parcelas sub-sub divididas con dos repeticiones.

**Tabla 2: Comportamiento sanitario de las variedades evaluadas. Identificadas como resistentes (R), moderadamente resistente (MR), moderadamente susceptible (MS) y susceptible (S) RH: Roya de la hoja/ RT: Roya del Tallo/ RA: Roya Amarilla. Ciclo largo (L), intermedio (I). G.C.= grupo de calidad panadera.**

Variedades	Comportamiento sanitario			Ciclo	G. C.
	RH	RT	RA		
ACA 365				L	1
BUCK BELLACO				L	2
BUCK DESTELLO				L	1
BUCK PEREGRINO				L	3
CEDRO				L	3
GUAYABAO				L	3
KLEIN 100 AÑOS				L	1
KLEIN LIEBRE				L	3
KLEIN MERCURIO				I	1
BUCK RESPLANDOR				L	2
KLEIN SERPIENTE				L	2
LAPACHO				L	2
MS INTA 119				L	3
SY 120				I	2
SY 200				I	2
SY 211				I	2

	Resistente
	Susceptible
	Ante la presencia de razas virulentas puede comportarse como susceptible o un comportamiento intermedio

## Resultados

El rendimiento de las variedades evaluadas presentó interacción significativa ( $p < 0,0001$ ) con el tratamiento fungicida (Tabla 3) para los niveles de fertilización. La producción de granos en los tratamientos con aplicación foliar del fungicida, varió entre 3644 y 4748 kg/ha, con una media de 4162 kg/ha. En los tratamientos sin aplicación del fungicida varió entre 4521 y 2028 kg/ha, con una media de 3776 kg/ha. Klein Serpiente, K. Mercurio, B. Bellaco y K. Resplandor fueron las variedades con diferencias en los rendimientos ante el tratamiento con fungicida y mostraron incrementos de 1733, 1551, 1017 y 736 kg/ha, respectivamente. Esto se relacionó con los niveles observados de enfermedades. Roya amarilla fue el patógeno presente cuya severidad (S) en hoja bandera para los tratamientos sin fungicidas en estas variedades fue del 94,3 %, 74,7 %, 61,0 % y 61,0 %, respectivamente. Al aplicarse el tratamiento con fungicidas la S fue del 11,0 %, 5,0 %, 4,9 % y 4,7 %, respectivamente. Las variedades con mayores rendimientos fueron Buck Destello y Klein 100 años, con 4562 y 4418 kg/ha respectivamente, sin diferencias con el tratamiento de aplicación del fungicida foliar. Estas variedades presentaron 0 % y 5,5 % de severidad de roya amarilla respectivamente.



**Tabla 3: Rendimiento de las variedades evaluadas, de cada nivel de fertilización y del tratamiento con fungicida.**

Variedad	Rendimiento SF	Rendimiento CF	Dif
	kg/ha	kg/ha	
B. DESTELLO	4591	4533	NS
LAPACHO	4318	4165	NS
K. 100 AÑOS	4263	4573	NS
SY 120	4211	4390	NS
SY 200	4207	4157	NS
B. PEREGRINO	4135	4292	NS
K. RESPLANDOR	4012	4748	**
SY 211	4003	4379	NS
K. LIEBRE	3982	3945	NS
CEDRO	3900	4347	NS
K. MINERVA	3844	3740	NS
MS INTA 119	3827	4379	*
GUAYABO	3819	3644	NS
ACA 365	3745	3825	NS
B. BELLACO	3147	4163	**
K. MERCURIO	2162	3714	**
K. SERPIENTE	2028	3761	**
Promedio	3969		
DMS (5%)	550		
DMS (1%)	733		

En cuanto a la aplicación del fertilizante nitrogenado, las diferencias en rendimientos fueron significativas entre las dosis de fertilización ( $p < 0.0001$ ) para ambos tratamientos fungicidas. La mayor dosis de fertilización (120N) generó diferencias de 265 kg/ha respecto a la dosis de 60N y 678 kg/ha con respecto al testigo sin fertilizar (Figura 1). De los componentes de rendimiento analizados (número y peso de individual de los granos), el número de granos por unidad de superficie explicó el 68 % de las variaciones en los rendimientos. Analizando la mayor dosis de fertilización con fungicida (Figura 2) se observa que las variedades B. Destello, SY 200 y B. Resplandor fueron las que mayor rendimiento obtuvieron. La producción de granos de B. Destello estuvo formada principalmente por un peso de granos superior al promedio (36 mg/grano) y un número de granos similar al promedio de todas las variedades (14573 granos/m<sup>2</sup>). En cambio, el alto rendimiento de SY 200 y B. Resplandor estuvo más relacionado con un alto número de granos (16202 granos/m<sup>2</sup>) y un peso individual de granos similar al promedio de 32 mg/grano. El menor rendimiento de las variedades K. Mercurio y K. Serpiente estuvo afectado por bajo peso individual de los granos (29 y 26 mg/grano) y menor número de granos (12802 y 13353 granos/m<sup>2</sup>).

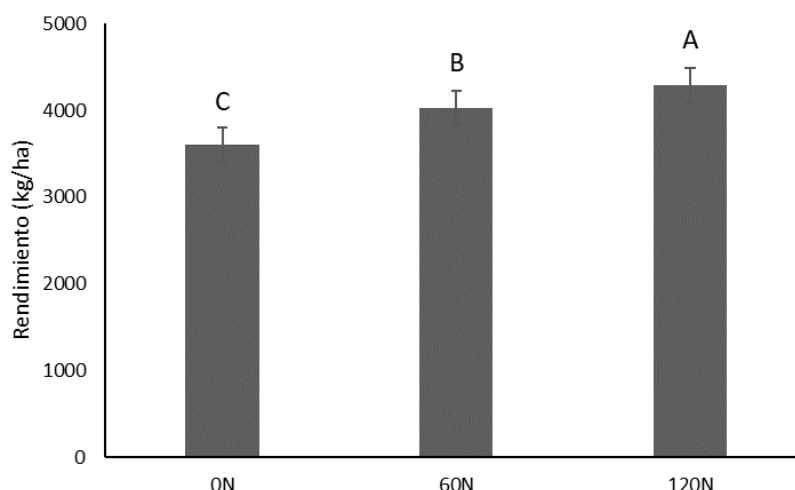


Figura 1: Rendimiento para cada dosis de fertilización con nitrógeno (N). Las letras sobre cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre niveles de N. 0N = control sin fertilizar, 60N = 60 kg/ha de N, 120N = 120 kg/ha de N.

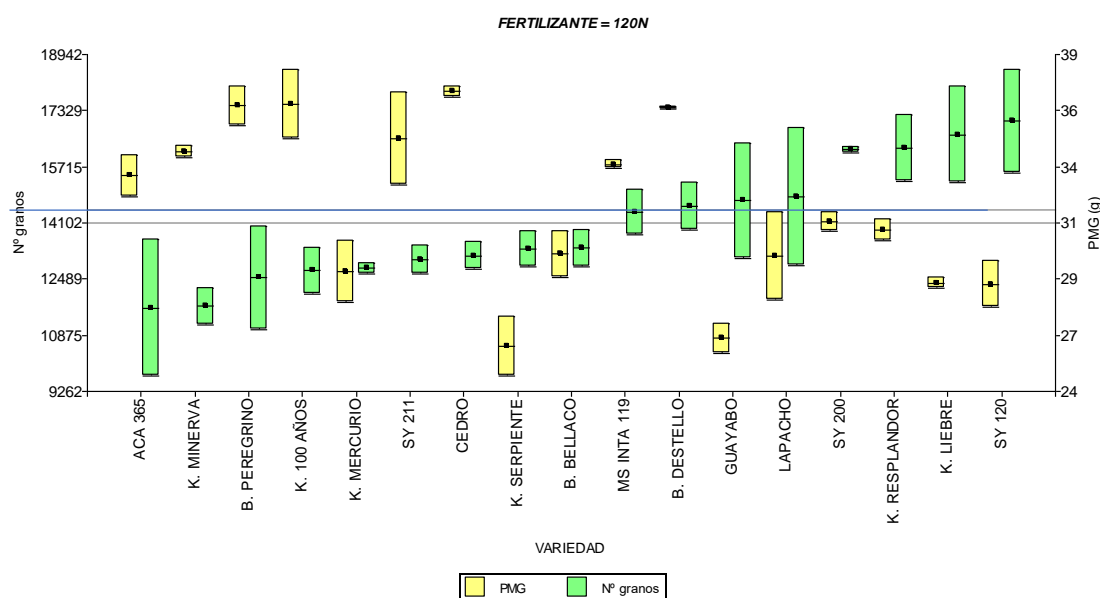


Figura 2: Número de granos (cajas verdes) y peso de granos (cajas amarillas) para cada variedad del tratamiento de máxima fertilización (120N) con fungicida. La línea negra señala el promedio del número de granos (14102 granos/m<sup>2</sup>) y la línea azul el promedio del peso de granos (32 mg/grano) de todas las variedades estudiadas. PMG = peso de mil granos.

## Conclusiones

Las respuestas en rendimientos de trigo ante la aplicación de un fungicida foliar con expansión de la hoja bandera (z3.9) varían según la variedad utilizada debido a que cada una tiene diferente comportamiento sanitario, en este caso por presencia de roya amarilla independientemente del nivel de nitrógeno presente.

En las condiciones de este estudio, la aplicación foliar de fungicidas para variedades susceptibles a roya amarilla aumentó sus rendimientos. Se identificaron variedades que alcanzaron altos rendimientos sin el tratamiento foliar con fungicida asociado a una mayor tolerancia genética a esta enfermedad.

Las respuestas en producción de granos a la fertilización nitrogenada fueron similares entre variedades con diferencias en las magnitudes en los componentes que definen los rendimientos (número y peso individual de los granos cosechados).

Estos resultados validan la importancia en la elección de genotipos adaptados localmente, el logro de canopeos con baja severidad de enfermedades por tolerancias genéticas o protección con fungicidas y el aporte adecuado de nitrógeno por fertilización.

## El nitrógeno y se relaciona estrechamente con la producción de trigo en la región pampeana

M. Díaz-Zorita<sup>1,2\*</sup> y A. Grasso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, UNLPam, <sup>2</sup>Fertilizar AC

\* [mdzorita@agro.unlpam.edu.ar](mailto:mdzorita@agro.unlpam.edu.ar)

La adecuada nutrición de los cultivos es de reconocida importancia para sustentar el crecimiento y la producción del trigo en la región pampeana. Resultados de la red de estrategias de fertilización coordinada por Fertilizar AC, donde se cuantifican las brechas entre diferentes formas de manejo que encontramos en la Argentina, concluyen que el planteo frecuente de fertilización de trigo permite alcanzar al 84 % de los rendimientos y hasta el 93% de la concentración de proteínas de los granos que se lograrían sin limitaciones de los principales nutrientes. En particular, gran parte de estas diferencias se deben a ajustes en la oferta y la eficiencia de incorporación del nitrógeno en los cultivos. Pero, si bien abundan estudios que validan la importancia de la fertilización nitrogenada para producir trigo, nos preguntamos en qué medida las diferentes estrategias de manejo del cultivo entre campañas se reflejan en los resultados de la región. Nuestro objetivo fue resumir cambios y relaciones en el manejo del nitrógeno sobre producción de trigo en la región pampeana entre 1999 y 2019. Para este análisis se empleó la información de producción disponible en el informe institucional del trigo argentino ([trigoargentino.com.ar](http://trigoargentino.com.ar)) junto con reportes de análisis de suelos de varios laboratorios de referencia con evaluaciones en toda la región pampeana y los registros de uso de fertilizantes nitrogenados reportados por Fertilizar AC.

Los rendimientos medios de trigo variaron entre 1959 y 3398 kg/ha con contenidos de proteínas entre 9,9 y 12,3% en base húmeda. En las 21 campañas evaluadas, a pesar de que los niveles de nitrógeno de los suelos disminuyeron ( $r=-0,51$ ,  $p<0,05$ ) se observó un crecimiento medio anual de los rendimientos a razón de 43 kg/ha (Fig.1). Desde la campaña 2008, la dosis media de fertilización con nitrógeno fue relativamente estable entre 1999 y 2011 con aproximadamente 55 kg/ha, disminuyó hasta la campaña 2014 y luego aumentó consistentemente hasta 2020 (Fig.2).

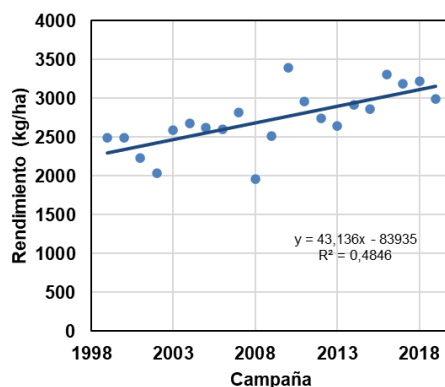


Figura 1: Evolución de los rendimientos de trigo en Argentina entre las campañas 1999 y 2020 (Trigo Argentino, 2020).

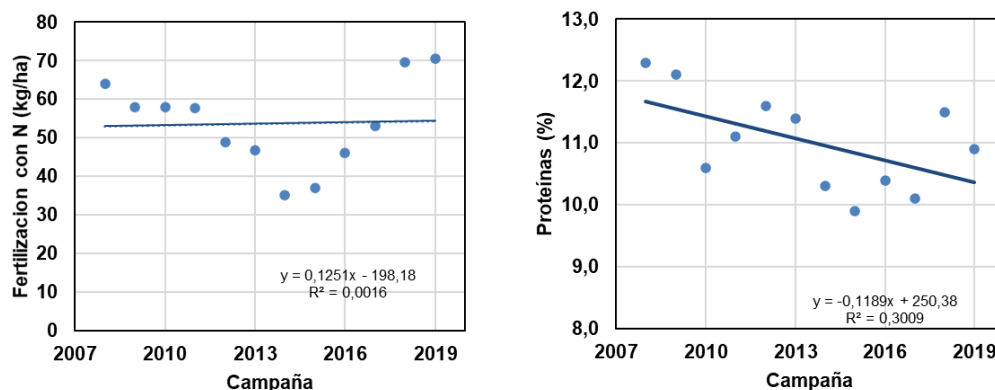


Figura 2: Evolución de la fertilización con nitrógeno en cultivos de trigo y la concentración de proteínas en los granos en Argentina entre 2008 y 2020. Fuentes: Fertilizar AC y Trigo Argentino.

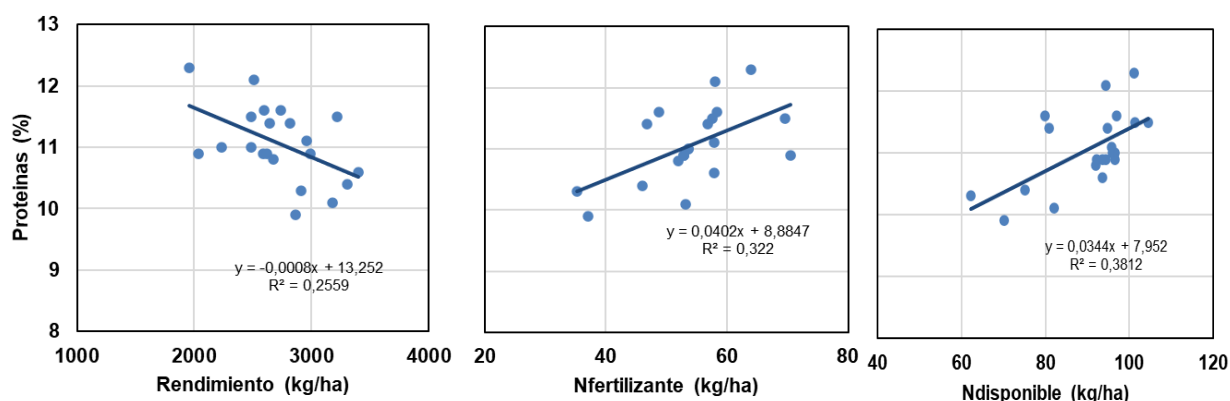


Figura 3: Cambios en la concentración de proteínas en granos de trigo según rendimientos, en la dosis media de fertilización de cultivo y del nitrógeno disponible ( $N_{\text{fertilizante}} + N_{\text{suelo}}$ ). Cada punto representa una campaña en Argentina entre 1999 y 2020. Elaborado a partir de datos de Trigo Argentino y de Fertilizar AC.

Durante el período analizado la concentración media de proteínas disminuyó durante el período analizado mostrando sus menores valores en las campañas con menores aportes por fertilización y sin mostrar aumentos equivalentes al incrementarse la dosis de fertilización que sugieren la interacción con otros factores ambientales y de manejo (Fig.3). Al aumentar los rendimientos medios de trigo la concentración de proteínas disminuyó a razón de 0,08 unidades por cada 100 kg/ha de incremento. La mejora en la concentración de proteínas al aumentar la oferta de nitrógeno disponible o aplicada por fertilización fue de entre 0,34 y 0,40 unidades cada 10 kg (Fig.3).

En el rango de rendimientos medios de trigo en la región pampeana (1959 a 3398 kg/ha), la absorción de nitrógeno varió entre 45 y 82 kg/ha con requerimientos de entre 21 y 26 kg/tn cosechada con una estrecha relación con la concentración de proteínas ( $r=0,92$ ,  $p<0,01$ ). Este comportamiento destaca la relevancia del manejo de la oferta nitrogenada para cuidar la acumulación de proteínas de los granos y su estrecha dependencia con los cambios en producción en respuesta a otros factores tanto ambientales como de manejo del cultivo. Por lo tanto, considerando los rendimientos promedio (2720 kg/ha) y para alcanzar un mínimo de 11 % de proteínas la menor disponibilidad de nitrógeno (suma del suelo en la siembra y del fertilizante aplicado) tendría que ser de al menos 90 kg/ha, equivalente a aproximadamente 30 kg de nitrógeno por cada tonelada cosechada de granos.

La eficiencia de uso del nitrógeno, estimada como el cociente entre la cantidad absorbida (estimada según el requerimiento ajustado por rendimientos y proteínas usando los modelos propuestos por Abbate y Andrade, 2005 y 2015) y el nivel disponible ( $N_{\text{suelo}} + N_{\text{fertilizante}}$ ), resultó en promedio del 73 %. Este valor es en parte sobreestimado porque la cantidad disponible sólo contempla la cantidad inicial de este elemento medida en los primeros 40 cm de los suelos y sabemos que la oferta accesible para los cultivos es mayor tanto por mineralización como por captación en profundidad. En concordancia con los parámetros considerados para su estimación, la eficiencia de uso del nitrógeno mejoró al aumentar los rendimientos ( $r=0,82$ ,  $p<0,01$ ) y se redujo al aumentar los aportes nitrogenados. Sin embargo, la contribución directa de mejoras en la producción explicó en mayor medida los aumentos en la eficiencia que su modificación al aumentar las dosis de fertilización.

En la campaña actual, en la que ya se sembró gran parte del área de trigo pampeano, atender y anticipar la incorporación suficiente de nitrógeno en los cultivos es una decisión estratégica de gran relevancia con efectos medibles más allá de la contribución en rendimientos. Los resultados de análisis de varios laboratorios de referencia regional coinciden en describir en general menores cantidades de nitrógeno en los suelos. Incluso algunos refieren a observar los menores valores de los últimos 10 años. Las relaciones de precios entre granos y fertilizantes se encuentran entre las más favorables también de los últimos años. El crecimiento y la formación del rendimiento del trigo, que comprende hasta la acumulación de las proteínas en los granos, ya está en marcha. Elegir la dosis, la fuente, el momento y la localización correcta de fertilización son los pilares para la administración responsable de nutrientes. Sembramos y en nuestras decisiones para el manejo eficiente del nitrógeno estará en lograr granos que a cosecha sean trigo.

## Claves para la toma de muestras de suelos para el análisis de N-Nitratos

A. Iturri<sup>1,2,3\*</sup>, N. Kloster<sup>1,4</sup> y M. Díaz-Zorita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fac. de Agronomía UNLPam <sup>2</sup> Fac. de CEyN UNLPam, <sup>3</sup>INCITAP (CONICET-UNLPam), <sup>4</sup>EEA INTA Anguil  
\*[antonelaiturri@hotmail.com](mailto:antonelaiturri@hotmail.com)

El manejo responsable de la producción de cultivos, y en particular de su nutrición, requiere – entre otros elementos – conocer la disponibilidad de algunos elementos en los suelos para el diseño de planteos de fertilización. En la región pampeana la disponibilidad de nitrógeno (N) en los suelos limita con muy alta frecuencia la producción de los cereales de invierno y su calidad (concentración de proteínas). Es así, que la adecuada caracterización de la condición de los sitios de producción en cuanto a su oferta de N es una tarea crítica para la mejor planificación del manejo de estos cultivos. Aquí se conjugan tanto la estrategia de toma de muestras, su análisis en el laboratorio e interpretación.

Los avances en la gestión de la calidad de los laboratorios de análisis agronómico junto con la ejecución de protocolos estandarizados de análisis a nivel nacional redundan en el mejoramiento de la calidad de los resultados. De aquí que la variabilidad de los resultados asociados con el laboratorio se reduzca a un valor mínimo, controlado y conocido, frente a la variabilidad asociada al origen de la muestra. Además, cuando el objetivo del análisis requiere de un muestreo específico asociado a las características intrínsecas de la variable a estudiar, como veremos más adelante para el caso de los requerimientos del análisis de N como nitratos, la atención se dirige especialmente a la toma de la muestra. Por lo tanto, esta operación es una etapa crítica para el diagnóstico y recomendación de las necesidades nutricionales de N de los cultivos.

El nitrógeno (N) presente en la solución de suelos como nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), comúnmente identificado como  $\text{N-NO}_3^-$  o N-nitratos, es la forma más frecuente en los suelos con los que el N se incorpora en las plantas. Su contenido en el suelo varía de acuerdo con múltiples factores en interacción, tales como la época del año, la temperatura, la humedad del suelo, el estado del cultivo y el cultivo antecesor, el manejo de la unidad, entre otros. La cantidad de N-nitratos que aportará cada suelo en cada unidad de manejo puede conocerse a partir de su análisis en el laboratorio. A partir de los resultados, se podrá estimar si es necesario el enriquecimiento con este nutriente, sobre la base de un manejo sustentable del recurso suelo, es decir, maximizando los rendimientos sin disminuir su calidad. Por lo tanto, conocer los niveles de N-nitratos es una herramienta clave para mejorar la rentabilidad. El propósito de este artículo intenta proporcionar algunas pautas simples de muestreo de los suelos con el objetivo de realizar el análisis de N-nitratos tal de obtener un resultado de calidad para la toma de decisiones de manejo de este elemento.

El punto de partida de la toma de muestras de suelos es la definición de su objetivo. En este caso es conocer la cantidad de N-nitratos en la solución del suelo con propósito de manejo de la nutrición de cultivos. A partir de allí, y con el propósito de alcanzar el objetivo propuesto, debemos responder los siguientes interrogantes:

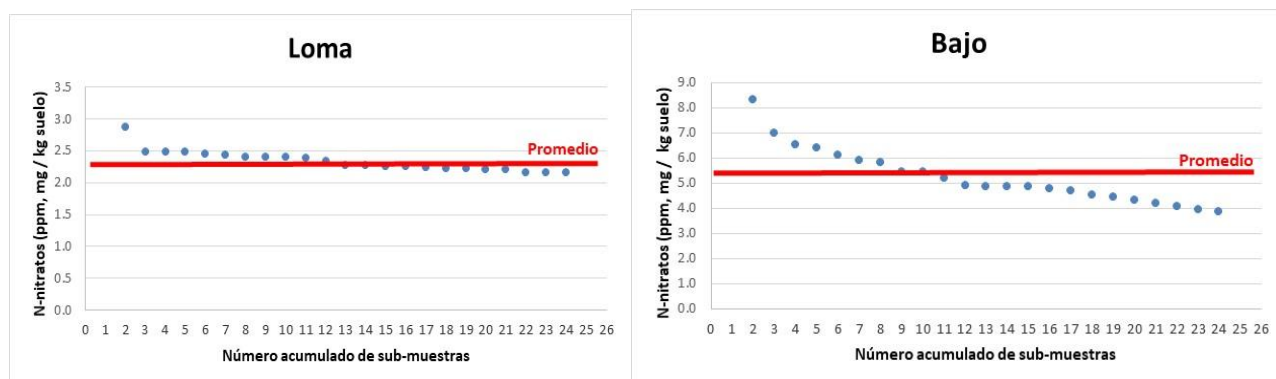
### 1. *¿En qué lugar o lugares se tomarán las muestras de los suelos?*

Como recomendación general, la premisa consiste en, primero, descartar cualquier situación poco frecuente y no representativa del área a caracterizar. Entre estas se encuentran los sectores próximos a alambrados, caminos, cortinas forestales, sectores de carga y descarga de fertilizantes. Luego, si existieran, identificar zonas con distinta productividad aparente, por ejemplo, sectores de loma, de media loma y de bajo. Esto último está condicionado por la mayor o menor heterogeneidad de la unidad de manejo, por ello, unidades muy heterogéneas requerirán de una mayor cantidad de sectores independientes a muestrear que las más homogéneas. Es importante que el sector dónde tomar las muestras represente uniformemente la condición frecuente de producción dónde se implementará la práctica de manejo del nutriente a diagnosticar.

### 2. *¿Cuántas muestras y sub-muestras se tomarán?*

Se recomienda tomar un número de una muestra por cada sector de diferente productividad aparente identificado. Esta muestra deberá estar constituida por un número de 10-15 sub-muestras a efectos de disminuir la variabilidad del muestreo asociada a la heterogeneidad del sitio. Por debajo de este número de sub-muestras, el error de muestreo es demasiado elevado y se trasladará a los resultados del análisis. La siguiente figura muestra como al aumentar el número de sub-muestras, los resultados tienden al valor promedio para la muestra analizada:



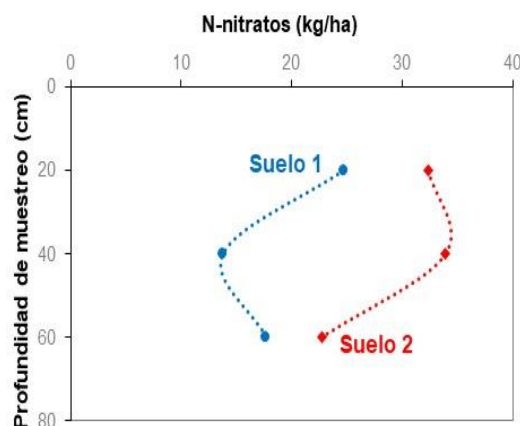


**Figura 1.** Valores de nitratos individuales 25 puntos de muestreo (puntos azules) y promedio en dos suelos mostrando que componer muestras con entre 10 y 15 sub-muestras aseguran que el valor de la variable tienda al promedio.

Las sub-muestras de cada sector deben colocarse en un recipiente adecuado para su mezclado (balde limpio) y, una vez homogeneizadas, una porción de 0,5 a 1 kg debe colocarse en una bolsa plástica. La porción de suelo contenida en esa bolsa, y resultante del mezclado de las sub-muestras, se constituirá en la muestra para ese sector. De aquí que, si en un lote se identificaron tres zonas de distinta productividad aparente, por ejemplo, loma, media-loma y bajo, se enviarán tres muestras al laboratorio, cada una de las cuales, estará compuesta de 10 a 15 sub-muestras.

### 3. ¿A qué profundidad/es se extraerán las muestras?

En elementos nutrientes como el N-nitratos se aconseja tomar muestras a profundidades mayores que la recomendada para otros análisis de suelo (0 a 20 cm), dado que su alta solubilidad en agua, se traduce en una “alta movilidad” en el perfil del suelo. Por ello, en general las profundidades de muestreo que se aconsejan son de 0 a 40 cm para cultivos de invierno y de 0 a 60 cm para los estivales. Estas últimas normalmente se componen de muestras tomadas en capas o estratos, por ejemplo, cada 20 cm de profundidad cada una. Es importante mantener la independencia de las muestras tomadas a distintas profundidades y no mezclarlas, es decir, no deben enviarse al laboratorio muestras compuestas originadas en diferentes profundidades, ya que pequeñas variaciones en profundidad pueden producir cambios importantes en los resultados.



**Figura 2.** Ejemplo de distribución vertical de las existencias de nitratos en dos suelos.

Agregando las distintas profundidades de muestreo a lo mencionado en el punto 2, puede deducirse que se enviarán dos muestras de cada sector al laboratorio. Siguiendo con el ejemplo, se enviarán una muestra tomada de 0 a 20 cm y una tomada de 20 a 40 cm para cada sector: loma, media-loma y bajo. En caso de cultivos estivales, se agregarán las muestras tomadas de 40 a 60 cm.

#### 4. ¿Cuándo tomar las muestras?

Los nitratos que encontramos en la solución de los suelos resultan en alta proporción de transformaciones a partir de formas orgánicas de nitrógeno regulados por procesos biológicos y por lo tanto estrechamente ligados a las condiciones de humedad y de temperatura. Además, como ya se describió, el N-nitratos es una especie química de elevada solubilidad lo que determina que presente también alta “movilidad” en el perfil junto con el movimiento del agua en los suelos. Por ello, se recomienda que el momento de la toma de las muestras sea lo más cercano posible al momento de la fertilización. En general, se aconseja que el tiempo entre el muestreo y la fertilización no supere los 15 días, y en la medida que entre esta evaluación y la ejecución de la fertilización no se desarrollen precipitaciones abundantes.

#### 5. ¿Con qué frecuencia realizar el análisis de N-nitratos?

Dada la dinámica en la formación y la movilidad de los nitratos en los suelos, los muestreos de suelos con el propósito de cuantificar la oferta de N para requiere de su monitoreo cada vez que se planteen estrategias para el manejo de la nutrición de los cultivos.

#### 6. ¿Qué cuidados debemos tener en el transporte de las muestras de suelo al laboratorio para determinar N-nitratos?

La bolsa que contendrá la muestra y en la cual se realizará el transporte al laboratorio debe ser doble. Entre las dos bolsas, se ubicará la etiqueta papel, escrita preferentemente con lápiz, dado que la humedad puede alterar o borrar la tinta. La información que deberá indicarse es específica para cada muestra (bolsa) y deberá indicar el origen o nombre del establecimiento, la unidad de manejo o lote y la profundidad del muestreo (¡muy importante!).

Durante el transporte de las muestras hasta el laboratorio, en general es necesario evitar su exposición a altas temperaturas o a la luz solar directa, y es conveniente que se mantengan refrigeradas, por ejemplo, en una conservadora con geles refrigerantes durante el transporte hasta su almacenamiento en una heladera o en un freezer. Para garantizar el apropiado estado de conservación de las muestras, es también necesario que lleguen al laboratorio dentro de las 48 horas luego del muestreo. Una vez en el laboratorio, las muestras serán acondicionadas y analizadas, y el resultado se emitirá los más rápidamente posible, de acuerdo con lo acordado con el responsable del laboratorio.

### Tenemos el resultado, y ahora ¿qué hacemos?

Los resultados informados por los laboratorios se expresan con un número que indica la concentración de N-nitratos o de nitratos en unidades de partes por millón (ppm). Esta unidad es equivalente a los mg de N-nitratos o de nitratos que hay en 1 kg de suelo analizado. Con esa información el solicitante podrá mediante cálculo y/o modelado, estimar el nivel extractable de N-nitratos de cada sector. Es crítico conocer si los resultados expresan el N o los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) porque ese todos los cálculos para el manejo de la fertilización se refieren a la cantidad de N. Para convertir unidades de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) a N-nitratos hay que dividir por el valor de 4,427 proveniente de la relación estequiométrica entre N y  $\text{N-NO}_3$ .

#### ¿cómo podemos hacer el cálculo de cuánto N-nitratos tenemos por hectárea?

Para ello debemos considerar el área de muestreo, la profundidad y la textura del suelo. Esta última nos da un indicio de la densidad aparente del suelo, parámetro necesario para calcular el peso (en kg) de una hectárea. En líneas generales, para suelos de la región semiárida pampeana, se estiman valores de densidad aparente de  $1200 \text{ kg/m}^3$  para suelos de textura arenosa, de  $1100 \text{ kg/m}^3$  para suelos de textura franco arenosa y de  $1000 \text{ kg/m}^3$  para suelos de textura franca. Teniendo estos parámetros, el cálculo de N-nitratos expresado en kg/ha puede realizarse a partir de la siguiente ecuación:

$$N - \text{nitratos} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{N\text{nitratos} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) * \text{Área} (10.000 \text{ m}^2 / \text{ha}) * \text{Profundidad} (m) * \text{Densidad Aparente} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{1.000.000}$$

A modo de ejemplo, si el resultado emitido por el laboratorio a partir de una muestra proveniente una capa de 20 cm de un suelo de textura arenosa es de 6 ppm de N-nitratos, la cantidad de N-nitratos sería de 14,4 kg/ha calculado así,

$$N - \text{nitratos} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{6 \text{ mg/kg} * 10.000 \text{ m}^2 * 0,2 \text{ m} * 1200 \text{ kg/m}^3}{1.000.000}$$

## Panorama actual y recomendaciones para la producción de cebada cervecera

**L.P. Dalmasso**

Facultad de Agronomía, UNLPam

[dalmassolucas@gmail.com](mailto:dalmassolucas@gmail.com)

Es creciente el interés del cultivo de cebada cervecera como recurso agrícola de invierno con destino a malterías y en menor medida como forraje. Los avances en el conocimiento de su cultivo y algunas mejoras en las condiciones de comercialización, promovió su consideración e inclusión en diversos sistemas de producción.

En el año 2020 diversos escenarios mundiales, entre los que se describe no solo la situación de pandemia sino condiciones climáticas y algunos conflictos políticos comerciales, influyeron sobre significativos cambios en los mercados de cebada. En el inicio de ese año se pronostica la reducción en su cultivo, situación que se revierte hacia fines del 2020, siendo China uno de los países con mayor incidencia en su mercado. Esta reconversión ha provocado que, a pesar de que la producción mundial es algo superior a la del año anterior, mejorando ligeramente las reservas finales proyectadas, se produzcan balances estrechos en aquellos países proveedores de China como Argentina, Francia, Ucrania y Canadá. Según fuentes del sector y datos comerciales, Pekín busca alternativas a su tradicional proveedor del grano, Australia, con el que mantiene un conflicto diplomático. China ha desatado una “Guerra Política” contra Australia en la que impone trabas al intercambio bilateral entre estos dos países, imponiendo elevados aranceles a productos como el vino, dificultando las importaciones de carne de vacuno y prohibiendo la compra de madera y carbón australianos. Entre otras medidas, a partir de 2020, China aplica una tasa del 80,5 % a las compras de cebada de Australia. Esto impacta de manera positiva en los precios locales, los cuales parecieran estabilizarse en sus niveles máximos. Además, las exportaciones de cebada argentina a China llegarían a un récord de cerca de 1 millón de toneladas en el 2021. Por otro lado, se deberá seguir de cerca la evolución de los stocks ya que la falla de la cosecha de maíz en algunos países como Ucrania provocará un desvío de mayor cantidad de cebada al mercado forrajero. Además, la posible recuperación del mercado cervecero esperada para el verano 2021/2022 pueda incidir en un mayor consumo de cebada para malta. Es por esto, que a partir de estas consideraciones se esperan condiciones favorables en el corto plazo para el mercado de cebada en Argentina.

### Algunos elementos por considerar para el manejo del cultivo

#### *Requerimientos de calidad cervecera*

La planificación y ejecución de decisiones de manejo del cultivo tiene como punto de partida el reconocimiento y la atención a condiciones de comercialización acordadas (contratos y estándares) dadas por la especificidad de su destino en la industria maltera-cervecera con una demanda estable durante el año.

En Argentina, la industrialización interna de este grano está concentrada en tres firmas (Cargill, Cervecería y Maltería Quilmes y Maltería Pampa). Los principales requerimientos de estas industrias son: porcentaje de germinación superior al 98 %, alta proporción de granos grandes (calibre alto, mínimo 85% sobre zaranda de 2,5 mm) y porcentaje óptimo de proteína entre 10,0 y 11,0 %, con una tolerancia de recibo entre 9,5 y 13,0 %. Estos requerimientos no son arbitrarios y responden a aspectos técnicos del proceso de malteado dada su estrecha relación con la calidad de las cervezas elaboradas.

A modo general los objetivos del malteado es que los granos sintetizen enzimas proteolíticas que generan cambios en la estructura del endospermo y enzimas amilolíticas que son de utilidad en la elaboración de la cerveza. Resumidamente, el malteado es el proceso por el cual se desencadena la germinación para luego detenerla mediante la reducción del contenido de humedad resultando así un grano parcialmente germinado. Es por esto, en la comercialización se establecen criterios estrictos respecto a porcentaje de germinación, porque los granos no germinados equivalen a granos no malteados. En cuanto al requerimiento de calibre, se buscan granos grandes y uniformes para favorecer una germinación rápida y homogénea. Granos de menor tamaño, con altos contenidos de proteínas y bajos de almidón presentan dificultades en la germinación y esta ocurre a tasas variadas generando heterogeneidad en el malteo resultante. Además, la industria es rigurosa respecto al contenido de proteínas de los granos, ya que cervezas elaboradas con maltas con baja concentración en nutrientes nitrogenados limita el crecimiento de levaduras. Además, la retención y estabilidad de la espuma es afectado cuando el nivel de proteínas es bajo. En contraposición, al aumentar la concentración de proteínas se reduce el contenido de almidón en los granos y así se reduce la producción de cerveza por cada tonelada de granos procesados.

La cebada muestra una extensa adaptabilidad edafoclimática para su cultivo en regiones templadas. Sin embargo, la calidad cervecera de sus granos puede limitarse en años con sequías y altas temperaturas

durante la primavera porque tanto el estrés hídrico como térmico reducen la duración del periodo de llenado de los granos, reduciendo su peso e incrementa la concentración de proteínas en los granos.

### Elección de variedades

A diferencia de otros cultivos de granos, la cebada cervecera es el único que debe mantener la identidad del cultivar hasta la industrialización con una pureza varietal no menor de 95 %. Por lo tanto, son importantes los cuidados en el manejo del cultivo y su producto en todas las etapas de la producción desde que se retira la semilla, el control de siembra, el manejo, su cosecha y el acopio y traslado hasta la industria para evitar mezclas de cultivares que podrían descalificar la mercadería a comercializar. La importancia de esta identidad se refleja desde los contratos de producción y explica en gran medida la proporción de materiales cultivados. En Argentina, el cultivar *Scarlett* fue el más sembrado, extendiéndose en algunas campanas en más del 90% de la superficie cultivada con cebada. Esta situación de cultivar un único material genético, uniforme desde el propósito maltero, representó un riesgo para la producción ante eventuales enfermedades o condiciones de estrés climático. En la actualidad la superficie cultivada con *Scarlett* disminuyó significativamente y se siembran nuevos materiales con muy buen comportamiento agronómico (sanitario y productivo) y con calidad de granos deseable para su malteado y uso en diferentes industrias. A continuación, se detalla el estado actual de los cultivares sembrados:

- *Andreia*: a partir de su liberación en el año 2012, fue ganando terreno hasta cubrir el 70% de la superficie, pero por problemas de enfermedades - principalmente escaldadura y mancha en red - su utilización se redujo, siendo en la campaña 2020, aproximadamente el 53 % de la superficie.
- *Overtur*: fue liberada en el año 2016 y ocupa el 14 % de la superficie, es una buena variedad, de alto rendimiento y que se cultiva también con propósitos forrajeros.
- *Montoya*: esta ocupa el 12 % de la superficie, con buen comportamiento sanitario y altos rendimientos.
- *Jennifer*: ocupa el 3 % de la superficie, es una buena variedad por su rendimiento y por su alta actividad enzimática, pero regular respuesta a enfermedades.
- *Alhué*: fue liberada en el año 2019 y su utilización se limita a un 2 o 3 % de la superficie del cultivo.
- *Danielle*: es un cultivar liberado hace 6 años, actualmente ocupa el 2 % de la superficie y con limitaciones en su uso por problemas con enfermedades.
- *Yanara*: es un material con adecuada sanidad y rendimiento y con muy buen comportamiento frente a heladas en las etapas vegetativas.
- *Fatima*: es una buena variedad en cuanto a calidad y de altos rendimientos, pero muy inestables.
- *Sinfonia*: es una variedad con buena sanidad y calidad de granos, de ciclo corto y conveniente para su inclusión en rotación con soja hacia el norte del área de cultivo.
- *Charles*: es el cultivar más reciente, presenta altos rendimientos y buena calidad industrial.

### Manejo de nutrientes, fertilización

Como otros cereales de invierno cultivados en la región pampeana, la producción de granos de cebada y su calidad está limitada por la disponibilidad de nutrientes. En el caso del manejo del nitrógeno, al planificar la estrategia de fertilización se debe atender el objetivo de lograr la producción de granos con un rango de entre 10 y 11% de proteínas. En general, se estima que la disponibilidad de N (cantidad en el suelo + aportes por fertilización) tienen que alcanzar unos 22 kg de N/tn de grano producida. Es preferible realizar el diagnóstico de los niveles de nitratos de los suelos y la corrección hacia el inicio del cultivo (siembra-inicio de macollaje) porque las aplicaciones demoradas pueden conducir a mayores concentraciones de proteínas y limitar los aportes en producción de granos. En regiones donde se logra la incorporación del N antes de pleno macollaje se pueden plantear aportes fraccionados o divididos entre la siembra y el macollaje ante cambios en las expectativas de rendimientos. Al fertilizar hacia el fin del macollaje el N incorporado tiene como destino preferencial la concentración de proteínas en los granos y puede ser una estrategia compensatoria ante aumentos no esperados de producción y riesgos de dilución del N que conduzcan a la reducción en la concentración de proteínas de los granos.

## Comentarios finales

Ante el crecimiento observado en el mercado mundial de cebada cervecera y como resultado de relaciones diplomáticas y comerciales actuales se espera un escenario favorable o creciente para el cultivo de cebada cervecera en Argentina. Su inclusión en las secuencias de cultivos es una oportunidad de diversidad productiva invernal y en algunas regiones permite mejorar las condiciones para la intensificación con doble cultivo con especies de siembra de segunda. Los planteos productivos requieren contemplar desde su inicio el destino y condiciones de uso industrial de los granos producidos atendiendo a específicos requerimientos de materiales y de composición tales como concentraciones de proteínas y calibres. Desde el manejo es importante considerar la elección de la variedad según uso comercial además de su adaptabilidad productiva y comportamiento sanitario, y lograr un crecimiento inicial vigoroso con aporte adecuado de nutrientes desde estadios tempranos del cultivo. Recordemos que la industria recibe principal – y casi únicamente - todo lo que se produce por contratos, y una vez abastecidas exportan los excedentes. Las partidas de cebada cervecera que no cumplen con las condiciones de calidad para la fabricación de malta, se destinan a exportación con la modalidad de cebada en grano destinada a forraje como cebada forrajera pero que en realidad es semilla de cebada cervecera. Atender el manejo del cultivo considerando sus requerimientos iniciales de calidad desde su planificación es central para alcanzar su propósito productivo.



## Evaluación de producción de variedades de arveja en la región semiárida pampeana

A. Dillchneider<sup>1,2</sup>, M. Díaz-Zorita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, UNLPam, <sup>2</sup>CONICET

\* [aledillchneider@agro.unlpam.edu.ar](mailto:aledillchneider@agro.unlpam.edu.ar)

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa de siembra invernal con gran importancia a nivel nacional e internacional destinada, por su composición proteica, mayormente a la alimentación humana y en menor magnitud como alimento animal. En Argentina, el interés sobre su cultivo es creciente principalmente con propósitos de exportación. Para abastecer la creciente demanda del comercio internacional, especialmente de países como China, se requiere no solo incrementar la superficie sembrada si no también mantener o incrementar los rendimientos cuidando la calidad de los granos producidos. En Argentina se dispone de unas 56 variedades inscriptas para su cultivo y que se diferencian, entre otros atributos por el color de los cotiledones (verdes o amarillos), la textura de los granos, características de crecimiento de las plantas y el peso de los granos. Del total de la superficie sembrada con arvejas, unas 55744 hectáreas en la campaña 2019, el 86,5% se realizó con semillas de coloración verde. Esta característica es momentáneamente favorable para el agronegocio argentino dada la reducción en el precio internacional de las arvejas amarillas.

Entre los atributos que permiten su inclusión en secuencias agrícolas contribuyendo así a la diversificación de cultivos invernales se describen sus bajos requerimientos hídricos, sus aportes de nitrógeno por fijación biológica y la duración de su ciclo de crecimiento permitiendo la siembra de cultivos de verano en sucesión. Por ejemplo, el consumo hídrico es menor el de cultivos de trigo (187 vs 320 mm). Además, su mayor desarrollo superficial de raíces, hasta 160 cm de profundidad, le daría una oportunidad de inclusión en sitios de la planicie con tosca. con presencia de un manto calcáreo próxima a la superficie de los suelos. Su capacidad de fijación biológica del nitrógeno en simbiosis con rizobios y la composición de sus rastrojos contribuye positivamente al ciclado de este elemento mejorando las condiciones productivas de gramíneas en rotación.

El 97% de la producción de arveja se concentra en las provincias de Buenos Aires, de Santa Fé y de Entre Ríos. Dados los requerimientos edafoclimáticos para su crecimiento y producción, podría ser una alternativa a incorporar en secuencias de cultivos en la región semiárida pampeana.

En la campaña 2020 se instaló, como parte de una red nacional coordinada por INTA Arroyo Seco (Sta. Fe), un estudio próximo a Santa Rosa (La Pampa) con el propósito de comparar el crecimiento y producción de granos de 12 genotipos de arveja (Tabla 1).

Tabla 4: Características de las variedades de arvejas sembradas en un Ustipsament típico aledaño a Santa Rosa (LP). P1000 = peso de mil semillas. Plantas/m<sup>2</sup> = densidad de plantas implantadas (evaluación a los 45 días desde la siembra).

Variedad	Color	P1000	Plantas/m <sup>2</sup>	Fecha floración	Porte
<b>Yams</b>	Amarillo	241	64	23/10/2020	rastrero
<b>Volt</b>	Amarillo	267	70	19/10/2020	erecto
<b>Astronauta</b>	Amarillo	250	70	19/10/2020	erecto
<b>FCA 320</b>	Amarillo	256	76	21/10/2020	erecto bajo porte
<b>FCA 232</b>	Verde	173	49	23/10/2020	erecto
<b>Kingfisher</b>	Verde	230	55	19/10/2020	erecto
<b>Aragorn</b>	Verde	178	125	21/10/2020	rastrero
<b>Shamrock</b>	Verde	188	109	23/10/2020	erecto bajo porte
<b>Reussite</b>	Amarillo	225	83	21/10/2020	rastrero
<b>Viper</b>	Verde	132	124	23/10/2020	rastrero
<b>Meadow</b>	Amarillo	166	125	21/10/2020	erecto
<b>Avenger</b>	Amarillo	221	91	19/10/2020	erecto

El ensayo se sembró, con una distancia entre hileras de 21 cm, el 3 de agosto del 2020 sobre un suelo clasificado como Ustipsament típico, con 29 mm de agua útil hasta los 100 cm de profundidad. El cultivo antecesor fue sorgo bajo pastoreo directo y el manejo de los cultivos de arveja fue en siembra directa con control químico de malezas aplicados en preemergencia del cultivo. Las semillas fueron tratadas con fungicida Maxim e inoculadas con NitrapMax en el momento de la siembra. La cosecha y trilla manual se realizó el 24 de noviembre del 2020 sobre 4 réplicas de 1.68 m<sup>2</sup> de cada variedad.

Durante el ciclo del cultivo se registraron 162,5 mm de precipitaciones de agua, la temperatura media fue de 14°C con variaciones entre -9,6°C y 36,7°C.

## Resultados

Las densidades de plantas logradas variaron entre 50/m<sup>2</sup> y 125/m<sup>2</sup> alcanzando la floración aproximadamente a los 111 días desde la siembra entre el 19 y el 23 de octubre del 2020 (Tabla 1). Los rendimientos en grano variaron entre 703 y 2155 kg/ha (Fig. 1) con una estrecha relación entre el número de granos (442 a 1016 granos/m<sup>2</sup>) y la producción (Fig.2). Las diferencias en rendimientos atribuidas a variaciones en el peso de los granos (141 a 244 mg/grano) mostraron una relación menos estrecha (Fig. 2).

Al comparar los rendimientos entre las variedades se observó que Averger fue la que obtuvo el mejor comportamiento, con 594 kg/ha mayor producción que el promedio del estudio. En contraposición, las variedades FCA 232 y Shamrock obtuvieron los menores rendimientos, 751 kg/ha menos que el promedio (Fig.1). La variedad FCA 232 presentó el menor peso individual de granos (141 mg/grano) mientras que Yams alcanzó el mayor peso (244 mg/grano). La menor cantidad de granos fue formada en Shamrock (442 granos/m<sup>2</sup>) y Reussite alcanzó los máximos registros (1016 granos/m<sup>2</sup>).

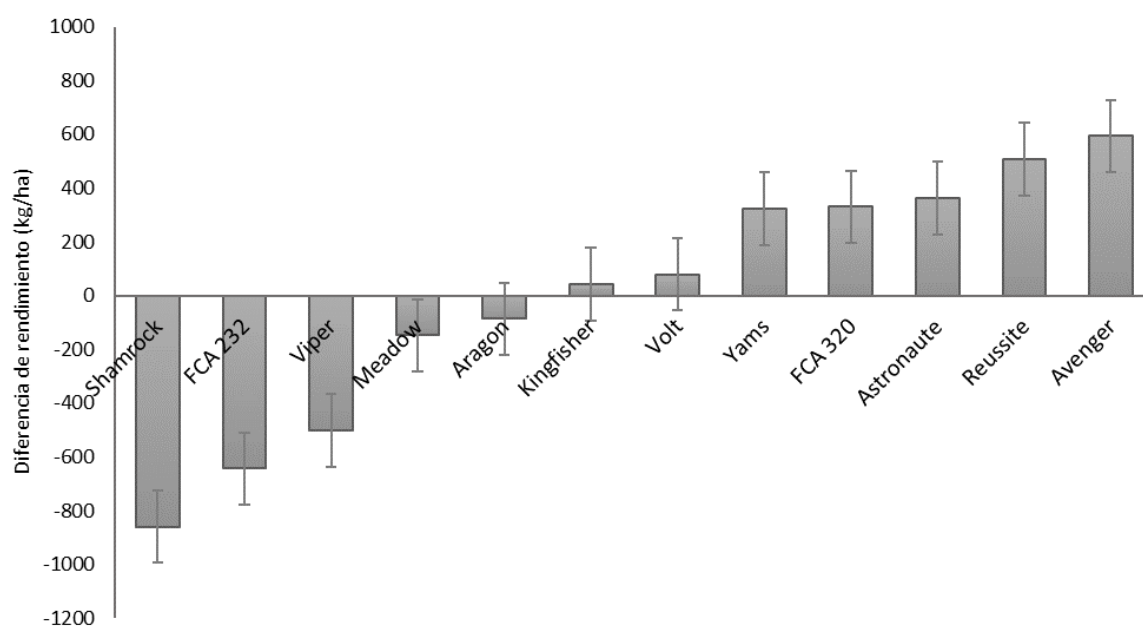


Figura 3: Diferencias de rendimientos de cada variedad comparados con del promedio de todo el ensayo (1562 kg/ha)

Las que rindieron menos del promedio fueron aquellas con densidad de planta superior a 108 pl/m<sup>2</sup>. Los rindes más altos se dieron entre 70 y 90 pl/m<sup>2</sup>. Si bien con una sola campaña no se puede llegar a esta conclusión, podemos ir observando que para la zona hay una densidad óptima de plantas y que más plantas tienen efectos negativos. Viper es una de las variedades con más superficie de siembra en la Argentina, aunque con menor capacidad de adaptación a distintos ambientes. Shamrock y Meadow también son variedades con altos rendimientos, pero muy variables según el ambiente. En cambio, Yams es más estable entre ambientes y en este ensayo la producción superó al rendimiento promedio.

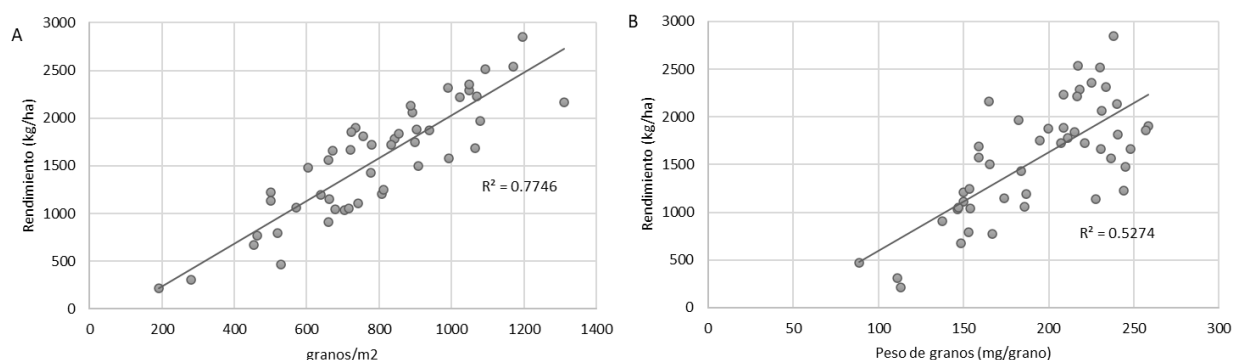


Figura 4: Rendimiento en función del número de granos (A) y el peso de granos (B).

En las condiciones de este estudio se observó que la producción media de arveja en suelos con escasa capacidad de almacenaje de agua representativos del área central oeste de la región semiárida varía entre 703 y 2155 kg/ha equivalentes al 30 y 87% del rendimiento medio del cultivo en Argentina (2483 kg/ha). Las diferencias entre variedades se asociaron mayormente a variaciones en la formación de granos. Por lo tanto, para profundizar en la adaptabilidad productiva del cultivo en la región es conveniente profundizar en el ajuste de densidades de siembra y de aportes de recursos (agua en la siembra, fertilidad) para su crecimiento inicial sin limitaciones. Entre las variedades estudiadas los mayores rendimientos se observaron con Averger y Reussite.

**Agradecimientos:** A Maria Luz Cazenave y Gaston Formiglia (estudiantes de la facultad de agronomía de la UNLPam) por su colaboración en la cosecha y trilla del ensayo y los Ing. Agr. Walter Desch (Dirección de agricultura del Ministerio de la Producción de la provincia de La Pampa) y Nicolás Ré por la instalación y mantenimiento del ensayo.

## Resultados de la red nacional de cultivares de arveja – Campaña 2020/2021



**RED NACIONAL  
DE CULTIVARES DE ARVEJA**

---

**Campaña 2020/2021**

*Coordinación: AER Arroyo Seco  
EEA Oliveros  
Ctro. Reg. Santa Fe*

Prieto, G<sup>1</sup>; Appella, C<sup>3</sup>; Avila, F<sup>10</sup>; Casciani, A<sup>1</sup>; Díaz Zorita, M<sup>4</sup>;  
Espósito, A<sup>7</sup>; Fariña, L<sup>8</sup>; Maggio, J<sup>C6</sup>; Mora, J<sup>C9</sup>; Nemoz, J<sup>P5</sup>;  
Orliacq, A<sup>2</sup>; Pérez, D<sup>11</sup>; Re, N<sup>4</sup>; Ressia, M<sup>A5</sup>

1 INTA Arroyo Seco  
2 Chacra Pasman  
3 INTA Barrow  
4 Univ. Nac. La Pampa  
5 INTA Azul-UNCBPA  
6 Agrar del Sur Balcarce

7 INTA Oliveros  
8 UNNOBA  
9 INTA Los Antiguos  
10 CREA  
11 AAPRESID

Localidades, Región y fechas de siembra													
			Gálvez Centro S Fe 7/7/2020	Bogado Sur S Fe 3/7/2020	Santa Rosa E La Pampa 3/8/2020	Oliveros Sur S Fe 20/7/2020	Junín Norte Bs As 17/7/2020	Pasman Sur Bs As 31/7/2020	Los Antiguos Santa Cruz 5/10/2020	Barrow Sur Bs As 31/7/2020	Doyle Norte Bs As 6/7/2020	Balcarce Sur Bs As 27/7/2020	Azul Centro Bs As 4/8/2020
Variedad	Obtento	Color											
Astronauta	RAGT Semillas	Amarillo	802	1840	1925	1758	2085	2744	4156	4669	3604	4471	5447
Reussite	Bioseminis	Amarillo	740	1761	2068	2237	2077	2441	4952	3096	4282	3577	5353
Volt	RAGT Semillas	Amarillo	894	1569	1640	1427	1980	2275	3622	3777	3187	5122	5389
Yams	Bioseminis	Amarillo	678	1742	1883	1431	2158	2473	3665	3403	4015	3876	4787
Avenger	Southern Seeds	Amarillo	740	1407	2155	1783	1883	2027	2904	3769	3615	4274	4966
Aragorn	Lihue tue	Verde	709	1545	1475	1521	1509	2164	1784	2930	3788	4142	4908
Kingfisher	Southern Seeds	Verde	678	1382	1604	1992	1500	1617	1589	2608	3133	4251	5236
FCA 320	FCA-INTA	Amarillo	648	1643	1892	1391	1721	2730	1490	2641	3312	3448	3891
Meadow	AFA	Amarillo	493	1478	1413	1717	1110	1864	3686	1866	3158	3368	4425
Viper	AFA	Verde	463	1219	1060	1097	1176	2136	1601	1670	3041	3507	4897
Primogénita	FCA-INTA	Verde	678	1077	919	1616	944	1568	1741	2187	3362	3700	3642
Shamrock	Cold Seeds	Verde	709	1456	703	1713		1675	2007	2808	2950	3923	3797
Promedio Sitio			686	1510	1561	1640	1649	2143	2766	2952	3454	3972	4728
Anova			ns	0,03	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
DMS kg/ha			-	408	387	495	329	357	729	617	447	569	1026



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**



## Producción de garbanzo en la región semiárida pampeana

M. Díaz-Zorita<sup>1</sup>, N. V. Kuhn<sup>1</sup>, D Zamora<sup>2</sup>, N. Re<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fac. Agronomía, UNLPam), <sup>2</sup>AER 25 de Mayo, <sup>3</sup>INTA actividad independiente

El garbanzo (*Cicer arietinum* L) es una de las legumbres invernales secas más importantes en el mundo que podría ser una alternativa de diversificación productiva en la región semiárida pampeana. Aproximadamente el 15% de la producción se destina a alimentación animal, 10% se conserva como semillas y el resto se industrializa para consumo humano como granos cocidos, salados o fermentados. En la Argentina el consumo per cápita de legumbres es uno de los menores a nivel mundial, aproximadamente 250 g/habitante.año, y menos del 10% corresponde a garbanzos.

Es un cultivo anual, de clima seco adaptado a condiciones adversas de clima y suelo. En el mundo se cultivan aproximadamente 10 millones de hectáreas, con una producción de aproximadamente 8 millones de toneladas y rendimiento promedio de 880 kg/ha. En Argentina se cultiva en zonas semiáridas o áridas, desde el norte del país extendiéndose hasta el área central sobre suelos profundos de texturas gruesas con buen drenaje y de pH neutro. Según el informe de estimaciones agrícolas de la Dirección Nacional de Agricultura, en la campaña 2019 se cultivaron aproximadamente 113000 has lográndose una producción media de 1573 kg/ha.

Los requerimientos hídricos del cultivo varían entre 400 y 700 mm, adaptándose adecuadamente a condiciones de secano con humedad acumulada en los suelos por lluvias estivales previas a la siembra. El garbanzo es una leguminosa con altos requerimientos de nitrógeno (aproximadamente 80 kg/tn) provistos mayormente por la fijación biológica en simbiosis con cepas específicas de rizobios, moderada a alta demanda de fósforo (10 kg/tn) y de potasio (40 kg/tn). Sin embargo, los estudios de la contribución de la fertilización son escasos y con resultados contradictorios.

Dependiendo de la región productiva y los genotipos a cultivar, la siembra se extiende entre abril y julio. El período crítico del cultivo está comprendido entre floración y comienzo de crecimiento de los granos. Durante su fase reproductiva, su crecimiento es limitado afectando la producción de flores y vainas en condiciones de temperaturas diarias superiores a 35°C e inferiores a 15°C. Estas condiciones ambientales condicionan la duración de su ciclo y tasa de crecimiento limitando su expectativa productiva, la calidad de los granos producidos y potencial inserción en secuencias agrícolas con cultivos estivales.

Es un cultivo sensible a diversas enfermedades, entre las que se destacan las causadas por *Fusarium* spp. y *Ascochyta rabiei* (Pass.), por lo que el manejo integrado del cultivo es un aspecto de relevancia para el normal establecimiento y producción del cultivo. En Argentina, la mayoría de los genotipos disponibles son susceptibles a patógenos del suelo y transmisibles por las semillas. Por lo tanto, además de la siembra de semillas de calidad, es importante implementar prácticas de protección de las semillas y del cultivo con fungicidas. En condiciones de excesos hídricos se favorece el desarrollo de *Ascochyta rabiei* (Pass.), comúnmente conocida como tizón o rabia del garbanzo, una enfermedad fúngica con significativos y negativos efectos sobre la producción. Registros en Australia o España que informan pérdidas de hasta el 100 %. Es un hongo necrotrófico que ataca todas las partes aéreas de la planta, hojas tallos, pecíolos vainas y semillas. Los síntomas iniciales son pequeñas manchas necróticas en las hojas o tallos nuevos. Las semillas infectadas interna o superficialmente pueden no mostrar síntomas y las muy afectadas pueden presentar reducción de calibre, arrugamiento y lesiones oscuras donde se puede observar signos del hongo. Además, reduce la germinación y por lo tanto el establecimiento de plántulas. En Argentina, esta enfermedad fue reportada en 2012 (Viotti et al., 2012). El garbanzo es el principal hospedante de *Ascochyta rabiei* (Pass.), pero también se lo ha observado en alfalfa (*Medicago sativa*) y melilotus (*Melilotus* spp.) presentándose escasamente en otros hospedantes en forma latente (asintomática) o con síntomas leves que podrían ser reservorios o “puente verde” del patógeno. La infección se produce con una temperatura óptima de 20°C asociada a 5 a 6 horas de mojado foliar. Bajo condiciones altamente predisponentes, temperaturas frescas (15 a 25°C), alta humedad relativa de 98 a 100 % durante 6 a 12 horas de mojado, las lesiones aumentan de tamaño, siendo en hojas y vainas de forma circular u oval mientras que en los tallos son alargadas, elípticas. La infección primaria se origina en el rastrojo o a partir de semillas infectadas. El manejo integrado de esta enfermedad requiere de, la *rotación de cultivos* evitando la reiteración del cultivo durante al menos 2 a 3 años para disminuir la presencia del inóculo en el lote, del *análisis sanitario* de las semillas a sembrar para evitar la introducción del inóculo, del *tratamientos de las semillas* con fungicidas (por ejemplo bencimidazoles), de la adecuada *nutrición* (uso de inoculantes específicos, aplicación de potasio y fósforo en suelos con altos contenidos de nitrógeno del cultivo para su activo crecimiento y de la aplicación preventiva de *fungicidas foliares* cuidando la rotación de principios activos para limitar la generación de resistencias. La siembra de genotipos con *resistencia*



*genética* es también una de las alternativas a implementar, aunque actualmente su disponibilidad aún es limitada y con materiales en etapas de mejoramiento que requieren del análisis de su adaptabilidad regional.

Si bien se conocen experiencias de producción del cultivo en el área agrícolas de la provincia de La Pampa, sus registros son escasos y sus resultados variables. Por lo tanto, con el propósito de analizar la factibilidad agronómica de producir de garbanzo en ambientes de la provincia de La Pampa, durante la campaña 2020 se desarrollaron estudios comparativos de genotipos en interacción con fechas de siembra y de manejo del cultivo bajo condiciones extensivas de producción.

## Metodología

- *Estudios en parcelas de experimentación.*

Se desarrollaron en Santa Rosa (La Pampa) en el campo experimental de la Facultad de Agronomía sobre la Ruta Nacional 35 Km. 334) y en la sección I del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo (La Pampa). En ambas localidades se comparó la producción de las variedades Felipe, Kiara y Norteño en fechas de siembra del 30 de junio y el 3 de agosto del 2020 en Santa Rosa y del 9 de julio y el 12 y 28 de agosto del 2020 en Cnia. 25 de Mayo.

La siembra a razón de 80 a 110 kg/ha de semillas según las variedades y peso individual de las semillas, se realizó sobre suelos con barbecho con laboreo. Las semillas se trataron en el momento de las siembras con inoculante conteniendo *Mesorhizobium cicerii* (Rizopack Garbanzo 213) en combinación con el fungicida Maxim Evolution® (Fludioxonil 2,5 g + Metalaxil-M 2,0 g + Tiabendazol 15 g). En Cnia. 25 de Mayo se aplicaron 7 riegos gravitacionales distribuidos entre el 29 de agosto y el 28 de noviembre. Se realizó control manual de malezas durante todo el ciclo del cultivo y la cosecha en madurez fisiológica también fue manual.

En cada fecha de siembra las parcelas (6 surcos distanciados a 0,52 m entre hileras y 10 m de longitud) se dispusieron en bloques completos aleatorizados con 3 réplicas y en el caso de Santa Rosa con factor dividido por fertilización (135 kg/ha de fosfato diamónico aplicado en superficie antes de la primera fecha de siembra).

- *Estudios en condiciones extensivas de producción*

Los seguimientos de cultivos en lotes de producción se realizaron en establecimientos agropecuarios próximos a Santa Rosa, Speluzzi y Colonia Inés y Carlota bajo prácticas extensivas de manejo descritas en la tabla 1. En todos los casos se sembró la variedad Felipe UNC INTA con una distancia entre hileras de 52 cm y con control químico de malezas (sistema de siembra directa). Las semillas fueron tratadas en el momento de la siembra aplicando Rizopack garbanzo 213 (Rizoliquid Top® con cepas de *Mesorhizobium cicerii*), Premax® y Maxim® evolution (Fludioxonil 2,5 g + Metalaxil-M 2,0 g + Tiabendazol 15 g). Al costado y debajo de la línea de siembra se fertilizó con unos 50 kg/ha de una mezcla física (5.5-36-0 – S6). En el sitio de Santa Rosa se instalaron franjas para la comparación entre densidades y profundidad de siembra y de la respuesta a la fertilización de base.

En cada lote, en estadios de madurez fisiológica, se identificaron condiciones contrastantes de paisaje (Loma vs Bajo, cercanía a afloramientos salinos en Colonia Inés y Carlota) y de manejo (franjas de densidades y de fertilización en Santa Rosa). En estos sectores se realizó la cosecha manual en 4 estaciones de evaluación sobre 2 surcos de 1,5 m de longitud apareados para determinar los componentes del rendimiento y la producción de granos.

Tabla 1: Resumen de prácticas de manejo para la producción de garbanzo en 3 lotes ubicados en la provincia de La Pampa.

Localidad	Santa Rosa (LaPampa)	Spelluzi (La Pampa)	Colonia Ines y Carlota (La Pampa)
<b>Sitio</b>	La Andría	San Francisco	Los Reales
<b>Lote</b>	5 norte	1	
<b>Ubicación</b>	LS -36.603965°, LO -64.210479°.	LS -36.352798, LO -63.957369	LS -36.3527982, LO -63.9573692
<b>Antecesor</b>	Moha para rollos.	Centeno cosecha/Soja	Campo natural
<b>Fecha de siembra</b>	25/7/2020	29/7/2020	22/8/2020
<b>Sistema de siembra</b>	Directa	Directa	Convencional (cincel)
<b>Distancia entre hileras</b>	52,5 cm	52,5 cm	52,5 cm
<b>Sembradora</b>	Tedeschi (16 surcos, sistema de placas)	Pla (16 surcos, sistema de placas)	Agrometal (sistema de placas)
<b>Fertilización</b>	48 kg/ha (mezcla física 5.5-36-0 – S6) Por debajo y al costado de la línea de siembra	50 kg/ha SPS En la línea de siembra	Ninguna ----
<b>Herbicidas cultivo</b>	28/7/2020 Prometrina 50, 800 cc/ha Sulfentrazone 50, 600 cc/ha Glifosato 48% ea., 1000 cc/ha	31/7/2020 Prometrina 50, 800 cc/ha Sulfentrazone 50, 600 cc/ha Glifosato 48% ea., 1800 cc/ha Aceite 0,5 lt/ha 16/11/2020 Cletodim 700 cc/ha Pithogard 1 lts/ha Biofusion 200 cc/ha 20/12/2020 Glifosato 1,5 lts/ha Affinity 130 cc/ha Aceite 0,5 lts/ha	27/8/2020 Prometrina 50, 800 cc/ha Sulfentrazone 50, 600 cc/ha Glifosato granulado 75%., 2 kg/ha
<b>Cosecha</b>	Directa 23/12/2020	Luego de desecante 08/01/2021	No se trilló

## Resultados

- *Estudios en parcelas de experimentación.*

En Santa Rosa los rendimientos medios fueron inferiores a 1000 kg/ha con menos del 50% de los granos con calibres superiores a 8 mm (Tabla 2). Si bien la alta variabilidad de los resultados limitó establecer diferencias significativas en los rendimientos entre variedades o fechas de siembra, se observó mayor producción de granos con la variedad Felipe, al sembrar al inicio de julio y en ausencia de fertilización. Durante estadios vegetativos se describió la presencia de plantas de coloración amarilla, aún si atribuir a un factor causante específico (Tabla 2). Además, en las 3 variedades y 2 fechas de siembra, la cantidad de plantas entre las plantas logradas en el estadio de v5 y cosechadas en madurez fisiológica disminuyó (Tabla 2). Este elemento es un factor de relevancia para considerar el arreglo espacial del cultivo (densidad de siembra x distanciamiento entre hileras) tal de proveer de alternativas de compensación del crecimiento ante la reducción en el área fotosintéticamente activa del cultivo.

Tabla 2: Producción de 3 variedades de garbanzo sembradas en julio y en agosto del 2020 en Santa Rosa. Letras diferentes en sentido vertical dentro de cada factor de análisis indican diferencias entre los tratamientos promedio de los factores de manejo restantes (LSD\_T < 0,10).

Variedad	Pl/m2	Pl.Amar.(%)	Plantas Cos/m2	Granos/planta	Granos/m2	PG (mg/gr)	Rto (kg/ha)	>8mm
Felipe	23,0 A	4,0 AB	15,6 A	21,7 A	338,5 A	334,9 A	1155 A	51,2 A
Kiara	18,0 B	2,4 B	13,5 A	11,0 B	146,2 A	334,2 A	525 A	44,9 A
Norteño	19,5 AB	5,3 A	13,5 A	16,9 AB	267,6 A	349,4 A	934 A	47,3 A

Siembra	Pl/m2	Pl.Amar.(%)	Plantas Cos/m2	Granos/planta	Granos/m2	PG (mg/gr)	Rto (kg/ha)	>8mm
Julio	17,7 B	5,5 A	13,0 B	23,0 A	305,1 A	365,4 A	1089 A	47,5 A
Agosto	22,6 A	2,3 B	15,4 A	10,1 A	182,1 B	306,4 B	598 A	48,3 A

Fertilización	Pl/m2	Pl.Amar.(%)	Plantas Cos/m2	Granos/planta	Granos/m2	PG (mg/gr)	Rto (kg/ha)	>8mm
No	20,1 A	4,1 A	14,2 A	21,5 A	328,5 A	360,8 A	1151 A	47,6 A
Si	20,2 A	3,7 A	14,2 A	11,5 B	169,9 A	316,4 A	580 B	48,1 A

En Cnia.25 de Mayo los rendimientos no superaron los 300 kg/ha de granos con menos del 70% de los granos mayores a 8 mm (Tabla 3). Aún en condiciones extremas de producción, los rendimientos tendieron a ser mayores en la siembra temprana (julio) explicados principalmente por una mayor formación de granos por planta. La cantidad de plantas logradas, tal lo descrito en el sitio de secano en Santa Rosa, disminuyó entre estadios vegetativos (v5) y de madurez fisiológica (Fig.1).

Tabla 3: Producción de 3 variedades de garbanzo sembradas en julio y en agosto del 2020 en Cnia. 25 de Mayo.

F.Sbra	Variedad	Número de granos /planta	Número de granos /m2	Peso Gr. mg/grano	Rto. kg/ha	Granos>8mm (%)
<b>Julio</b>		<b>5</b>	<b>61</b>	<b>293</b>	<b>177</b>	<b>59</b>
	Felipe	4	75	287	218	60
	Kiara	9	58	329	181	71
	Norteño	3	50	263	132	46
<b>Agosto</b>		<b>2</b>	<b>27</b>	<b>272</b>	<b>73</b>	<b>55</b>
	Felipe	3	41	260	107	53
	Kiara	2	11	310	38	70
	Norteño	2	29	246	73	43
<b>Septiembre</b>		<b>2</b>	<b>19</b>	<b>286</b>	<b>56</b>	<b>60</b>
	Felipe	2	24	268	69	63
	Kiara	2	13	320	44	64
	Norteño	2	20	269	54	53

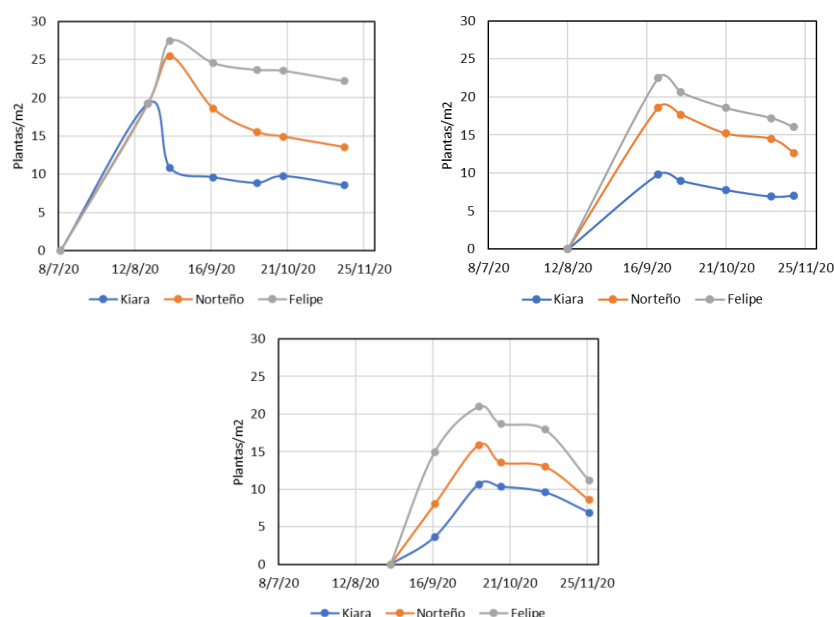


Fig. 1: Evolución de la densidad de plantas de 3 variedades de garbanzo sembradas en 3 fechas de siembra en Cnia. 25 de Mayo.

En Santa Rosa, las temperaturas medias durante el invierno fueron similares a los registros históricos (período 1977 al 2017). En cambio, en noviembre y en diciembre se alcanzaron mayores valores de temperaturas máximas medias y absolutas. Estas últimas condiciones resaltan el riesgo de producción del cultivo al reducir y finalizar su crecimiento durante estadios de llenado de los granos afectando su tamaño (calibre) y peso individual (rendimiento). Al momento de elaborar este informe no se dispuso de registros meteorológicos de Cnia. 25 de Mayo para su análisis cuantitativo pero también se observó la finalización anticipada (y abrupta) del período de llenado de los granos limitando el peso y tamaño de estos. Las precipitaciones de agua en el sitio experimental en la facultad de agronomía de la UNLPam (Santa Rosa) acumularon 242,3 mm entre los meses de julio y de noviembre. Esta magnitud es similar a los registros históricos entre 1977 y 2017 de unos 250 mm. A partir del análisis de la frecuencia de lluvias mensuales históricas se observa que en este sitio es escasa la ocurrencia de precipitaciones acumuladas superiores a los 350 mm durante la primavera. Estas características limitan la posibilidad de desarrollo frecuente de enfermedades foliares, pero también requieren de un adecuado manejo de la economía del agua a través de la siembra en suelos de profundidad mayor a 60 cm y en capacidad de campo. En la campaña en estudio tal condición de manejo permitió iniciar el periodo de llenado de los granos con abundante disponibilidad de agua en el suelo independientemente del momento de siembra. En Cnia. 25 de Mayo el manejo del agua se realizó por riegos en cobertura total ("en manto").

- *Estudios en condiciones extensivas de producción*

Los rendimientos medios de garbanzo entre los 3 lotes de producción evaluados variaron entre 672 y 2242 kg/ha mostrando diferencias dentro de estos asociados tanto a condiciones de sitio (paisaje, presencia de afloramientos salinos) como de manejo del cultivo. En promedio, la mayor productividad se observó en posiciones deprimidas (bajos) del paisaje y sin observación de salinidad (Tabla 4). Al analizar la formación del rendimiento, la mayor contribución a las diferencias en producción se asoció a la cantidad de granos por unidad de superficie y en menor medida a diferencias en el peso individual de estos (Tabla 4). Incluso, en el caso del sitio en Speluzzi, las condiciones favorables de formación de granos limitaron el llenado uniforme de estos y el peso individual de los granos fue inferior en posiciones de bajo. Estas observaciones en parte validan la sensibilidad del cultivo a condiciones de altas temperaturas durante estadios reproductivos que habrían limitado e incluso finalizado el llenado de los granos anticipadamente.

Tabla 4: Rendimientos de garbanzo en 3 lotes de producción extensiva en la provincia de La Pampa (campaña 2020) según posiciones en el paisaje. PI/m<sup>2</sup> = plantas cosechadas/m<sup>2</sup>, NG = número de granos/m<sup>2</sup>, PMG = peso individual de los granos (mg/grano), Rto = rendimiento (kg/ha) y >8mm = porcentaje de granos con diámetro mayor a 8 mm.

Sitio	Descripción	PI/m <sup>2</sup>	NG	PMG	Rto	>8mm
Sta.Rosa	Loma	20	520	382	1986	76
	Bajo	22	632	395	2499	78
Spelluzzi	Loma	25	321	366	1178	79
	Media Loma	27	349	381	1328	84
	Bajo	26	886	301	2656	58
Cnia. I y C	Loma	17	182	313	572	57
	Bajo	21	379	264	1000	30
	Bajo_salino	22	198	215	445	17

En Santa Rosa la producción fue en promedio 26 % en los sectores de bajos dónde aproximadamente el 80 % de esta diferencia se atribuyó a la mayor formación de granos, tanto por mayor cantidad de plantas cultivadas (12 % de mejora) como la cantidad de granos por planta, y el 10 % a diferencia en su llenado (Tabla 5). Entre las decisiones de manejo, al aumentar la densidad de siembra - que en la cosecha correspondió a aumentos de 19 a 23 plantas/m<sup>2</sup> - los rendimientos fueron 18 % superiores y en respuesta directa a la mayor cantidad de granos cosechados. Estos resultados coinciden con relación directa entre la cantidad de plantas cosechadas y los rendimientos integrando todas las observaciones independientemente de las franjas de manejo y posiciones en el paisaje (Fig.2)

Al modificar la profundidad de siembra, de casi 3 cm a aproximadamente 4 cm, los efectos sobre la producción y componentes del rendimiento fueron moderados explicando 5 % de mejora asociada a la mayor formación de granos (Tabla 5). La aplicación localizada del fertilizante NPS en el momento de la siembra, si bien redujo aproximadamente 6 % de las plantas cultivadas, explicó en promedio 13 % del resultado alcanzado por el cultivo (Tabla 5).

Tabla 5: Índices de producción relativa media de garbanzo según factores de sitio (paisaje) y de manejo (densidad de siembra, fertilización de base y profundidad de siembra – Prof. Sbra.) en un sitio de producción aledaño a Santa Rosa (campaña 2020). En cada comparación los índices muestran la respuesta relativa de cada tratamiento (Trt.) sobre su base (100). PI/m<sup>2</sup> = plantas cosechadas, NG = número de granos, PMG = peso individual de los granos, Rto = rendimiento y >8mm = porcentaje de granos con diámetro mayor a 8 mm.

Factor	Comparación		Índices de repuesta relativa (base 100)				
	Trt.	Base	PI/m <sup>2</sup>	NG	PMG	Rto.	>8mm
Paisaje	Bajo	Loma	112	121	104	126	103
Densidad	20	19 pl/m2	104	108	101	109	101
	23	19 pl/m2	114	119	100	118	99
	23	20 pl/m2	109	109	99	108	98
Fertilización	Con	Sin	94	114	99	113	94
Prof. Sbra.	4	3 cm	95	108	98	105	92



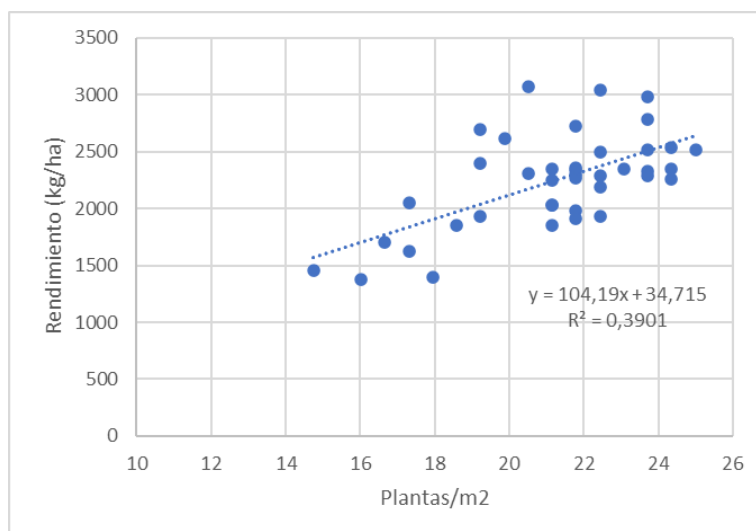


Fig.2: Rendimientos de garbanzo según densidades de plantas cosechadas en un lote de producción aledaño a Santa Rosa (campaña 2020).

### Comentarios finales

En las condiciones ambientales estudiadas durante el presente año, es factible la producción del garbanzo en condiciones de secano en la provincia de La Pampa sembrados tempranamente (al inicio del invierno) y con densidades de siembra superiores a las 23 plantas/m<sup>2</sup>. Los rendimientos alcanzados en condiciones extensivas de producción a nivel de lote en secano fueron similares entre las zonas evaluadas en la provincia, con promedios de entre 672 y 2242 kg/ha con variabilidad dentro de los lotes mayormente asociada a su posición en el paisaje. En Cnia.25 de Mayo los rendimientos no superaron los 300 kg/ha, atribuyéndose su menor productividad tanto a condiciones de sitio como de manejo de malezas y plagas.

Estos resultados validan que el garbanzo es un cultivo exigente en cuanto necesita de la aplicación de inoculantes, de fertilizantes con fósforo y con azufre y del control integrado de malezas y enfermedades. Dado que la información disponible para su manejo proviene de condiciones agroecológicas que distan de las predominantes en la provincia de La Pampa, se requiere profundizar el ajuste local de prácticas para el control de enfermedades (ej. evaluación de nuevos genotipos, momentos de aplicación y tipos de fungicidas, entre otros), de su nutrición, de arreglos espaciales (distanciamiento entre plantas y entre hileras de cultivo). Concluimos que, si bien es factible el cultivo extensivo de garbanzo, el riesgo es elevado con alta dependencia de condiciones climáticas y edáficas, fundamentalmente frente a la ocurrencia de enfermedades. La práctica habitual de siembra de semillas de propia producción acentúa este problema, dado que es necesaria la siembra de semillas libres de enfermedades.

**Agradecimientos:** A la Dirección de Agricultura del Ministerio de la Producción de la provincia de La Pampa por el financiamiento parcial de estas actividades, a Ricardo Re y su equipo por facilitar el acceso a lotes de producción extensiva, a la empresa Cono S.A. por la provisión de los genotipos estudiados y discusiones de manejo de cultivo, a Dardo Fontanella y a la AER INTA en Cnia 25 de Mayo por la implementación y seguimiento de los ensayos y a Alexandra Dillchneider, María Luz Cazenave, Marilina Gimenez, Hugo Kaus, Oscar Moreno, Osvaldo Zingaretti de la Facultad de Agronomía de la UNLPam por sus aportes en la instalación, conducción y trilla de los ensayos.

## Miguel Angel “Kata” Fernandez

(9/7/1963 – 18/12/2020)



**Miguel Ángel Fernández**, Kata, nacido en Quehué, se dedicó con mucha entrega a la agronomía, y en particular al estudio y la enseñanza del trigo desde la Cátedra de Cereales y Oleaginosas.

Cursó la carrera de Ingeniería Agronómica en la Facultad de la UNLPam y desde que logró su título de grado en 1987, dedicó su vida a dar clases en esta institución. Desarrolló su carrera como docente investigador, en el año 2007 obtuvo su título de Magister en Agronomía en la UNS. En junio de 2020 se doctoró en Agronomía en la misma Universidad desarrollando su trabajo de tesis en un ideotipo para aumentar la estabilidad de calidad y rendimiento en grano en los cereales de la región subhúmeda seca pampeana. Además, es autor de numerosos trabajos científicos y de extensión referidos a la agricultura en la Región Subhúmeda Seca Pampeana.

Su tránsito por la Facultad de Agronomía de la UNLPam no ha pasado desapercibido, siempre se destacó por su impronta de pensar en el otro, dentro y fuera del aula, por lo que fue muy apreciado y respetado por toda la comunidad facultativa. También participó en la política universitaria, fue consejero directivo en varias oportunidades, y un activo militante del compromiso con la institución. Sin duda su partida ha dejado un vacío muy grande en nuestra Facultad, solo queda decir: buen viaje Kata siempre estarás presente en la gente que pudo disfrutar de tu forma de ver la vida.

**Notas Agrícolas Pampeanas (NAP)** es una publicación electrónica de divulgación que tiene como finalidad difundir información y comentarios académicos que den soporte en la toma de decisiones para el manejo extensivo de cultivos anuales de cosecha en la Región Subhúmeda Seca Pampeana.

La información generada es producto de investigaciones llevadas adelante por docentes e investigadores de la UNLPam, de instituciones afines y profesionales independientes, considerando experiencias locales bajo un análisis sistémico con enfoque en la región. Eventualmente se considerarán publicaciones adicionales o complementarias en temáticas no ligadas a la estacionalidad de los cultivos (ej. prácticas de manejo de insumos, actualizaciones sobre identificación de plagas, malezas o enfermedades, entre otras).

La Facultad de Agronomía, desde su Cátedra de Cereales y Oleaginosas, elabora esta publicación dirigida a profesionales, técnicos y productores agropecuarios. Es una publicación bajo revisión editorial coordinada por los responsables de la publicación y los colaboradores permanentes. NAP tiene una frecuencia semestral, con acceso libre y gratuito y está disponible en la página web institucional de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

Los artículos son autoría de docentes, investigadores y estudiantes de la UNLPam, de instituciones afines y profesionales independientes comunicando resultados de investigaciones y experiencias de interés regional.

Los contenidos, sus interpretaciones y las recomendaciones derivadas de los mismos se expresan bajo responsabilidad del autor(es) y no constituyen de manera alguna la posición oficial de la UNLPam, de la Facultad de Agronomía o los editores responsables de la publicación. Se permite su difusión incluyendo la referencia de los autores y de la fuente completa de origen.

### **Recomendaciones para la presentación de trabajos**

Los artículos deben ser enviados por correo electrónico a la dirección de uno de los editores responsables en formato de texto editable (documento Word, en tamaño de hoja A4, 2 cm en todos los márgenes). La extensión total de las contribuciones es de hasta 12000 caracteres con la siguiente estructura:

- i) Título de la nota de extensión menor a 15 palabras, concreto y descriptivo del contenido de la contribución, con tipo de letra Arial resaltado en negrita y en tamaño 12,
- ii) Autores: con nombres y apellidos en tipo de letra Arial resaltado en negrita y en tamaño 11,
- iii) Pertenencia institucional y dirección de correo electrónico con tipo de letra Arial en tamaño 10,
- iv) Contenido de la contribución redactada con estilo de resumen expandido sin referencias con tipo de letra Arial en tamaño 10 a espacio simple, sin espacios adicionales entre los párrafos y con la separación con hasta 3 subtítulos resaltados en negrita,
- v) Las figuras, tablas o imágenes, enumeradas correlativamente tendrán un título descriptivo con tipo de letra Arial en tamaño 9 resaltado en negrita y se intercalarán en el texto de la contribución. Todas las imágenes requieren la indicación de la fuente o autoría deberán adjuntarse en formato JPG. Las figuras también deberán adjuntarse en formato Excel.